

TUGAS AKHIR

PEMBANGUNAN MODEL KEBIJAKAN
PENGURANGAN EMISI GAS KARBON MONOKSIDA
(CO) PADA SEKTOR INDUSTRI WILAYAH KOTA
YOGYAKARTA

MENGGUNAKAN PENDEKATAN *SYSTEM DYNAMICS*

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri



Oleh

Nama : Ramadhan Ikhsan Perdana
No. Mahasiswa : 07 522 144

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2011

PENGAKUAN

Demi Allah, Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.



Yogyakarta, Agustus 2011

Ramadhan IkhsanPerdana
NIM: 07 522 144

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PEMBANGUNAN MODEL KEBIJAKAN PENGURANGAN EMISI
GAS KARBON MONOKSIDA (CO) PADA SEKTOR INDUSTRI
WILAYAH KOTA YOGYAKARTA
MENGUNAKAN PENDEKATAN *SYSTEM DYNAMICS***

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Ramadhan Ikhsan Perdana

No. Mahasiswa : 07 522 144



Yogyakarta, Agustus 2011

Pembimbing,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'NUR Cahyo'. The signature is written in a cursive style.

(Winda Nur Cahyo, ST, MT)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PEMBANGUNAN MODEL KEBIJAKAN PENGURANGAN EMISI
GAS KARBON MONOKSIDA (CO) PADA SEKTOR INDUSTRI
WILAYAH KOTA YOGYAKARTA
MENGUNAKAN PENDEKATAN SYSTEM DYNAMICS**

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Ramadhan Ikhsan Perdana
No. Mahasiswa : 07 522 144

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

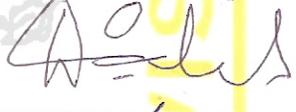
Yogyakarta, Agustus 2011

Tim Penguji

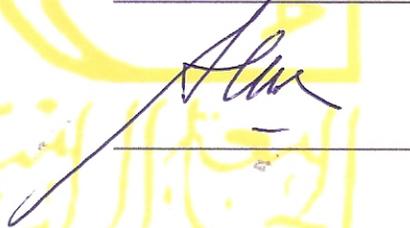
Winda Nur Cahyo, ST, MT
Ketua



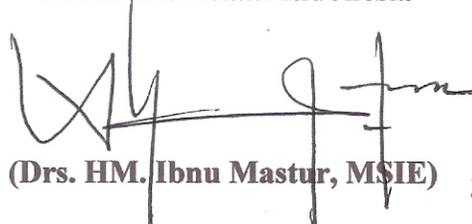
Drs. R. Abdul Djalal, MM
Anggota I



Agus Mansur, ST, M.Eng.Sc
Anggota II



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



(Drs. HM. Ibnu Mastur, MSIE)

29/8/2011

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, atas izin ALLAH SWT tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan penuh cinta tulus serta keikhlasan kupersembahkan hasil karya ini kepada kedua orang tua saya Atik-Sugi, kedua adik saya Rizky-Yagi, keluarga besar, all sahabat, Sheila Cascales, Jhon W, all Delsim, dan all Djemuran terimakasih atas untaian do'a, nasehat, kasih sayang, dan semangat yang diberikan. Sungguh aku mencintai kalian karena Allah.



Jazakumullah Khoiron katsiron

MOTTO

تَبَارَكَ الَّذِي بِيَدِهِ الْمُلْكُ وَهُوَ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ﴿١﴾

الَّذِي خَلَقَ الْمَوْتَ وَالْحَيَاةَ لِيَبْلُوَكُمْ أَيُّكُمْ أَحْسَنُ عَمَلًا وَهُوَ الْعَزِيزُ الْغَفُورُ ﴿٢﴾

لَقَدْ سَبَعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا مَّا تَرَى فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِنْ تَفَاوُتٍ فَارْجِعِ الْبَصَرَ الَّذِي دَخَلَ

هَلْ تَرَى مِنْ فُطُورٍ ﴿٣﴾

“Maha suci Allah yang di tangan-Nya, segala kerajaan dan Dia mahakuasa atas segala sesuatu, yang menjadikan mati dan hidup, untuk menguji siapa diantara kalian yang terbaik amalnya. Dan Dia maha perkasa lagi maha pengampun. Yang telah menciptakan tujuh lapis langit...”

(Terjemahan QS. Al-Mulk: 01 – 03)

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿١﴾ فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٢﴾ وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَبْ ﴿٣﴾

“Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan. Karena itu bila selesai suatu tugas, mulailah tugas yang lain dengan sungguh – sungguh. Hanya kepada Tuhanmu hendaknya kau berharap ”

(Terjemahan QS. Asy-Syarah : 6 – 8)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya. Sholawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, serta orang-orang yang bertaqwa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **Pembangunan Model Kebijakan Pengurangan Emisi Gas Karbon Monoksida (CO) pada Sektor Industri Di Wilayah Kota Yogyakarta Menggunakan Pendekatan System Dynamics.**

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri Jurusan Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Penulis juga menyadari bahwa terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Gumbolo HS.,M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
2. Drs. HM. Ibnu Mastur, MSIE selaku Ka. Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Terima kasih untuk segala kesempatan yang telah diberikan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

3. Winda Nur Cahyo S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing yang telah berkenan memberikan bimbingan, petunjuk, saran serta waktunya dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Peter Lawoasal, Cesaria Eka, ST,MT,., Uswatun, ST,., yang membantu, membimbing dan telah memberikan izin penelitian, waktu, dan data-data yang diperlukan untuk penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Kedua Orang Tua penulis yang telah memberikan semangat dan kasih sayangnya serta doa restu kepada penulis.
6. Kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penulisan laporan Tugas Akhir ini. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangannya, untuk itu sangat diharapkan saran dan kritik yang sekiranya dapat menambah pengetahuan serta lebih menyempurnakan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالصَّلَاةُ لِلَّهِ وَالزَّكَاةُ لِلَّهِ وَالصِّيَامُ لِلَّهِ وَالْحَجُّ لِلَّهِ
وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالصَّلَاةُ لِلَّهِ وَالزَّكَاةُ لِلَّهِ وَالصِّيَامُ لِلَّهِ وَالْحَجُّ لِلَّهِ

Yogyakarta, Agustus 2011

Penulis

ABSTRAK

Penelitian ini membahas mengenai variabel pengaruh yang meningkatkan emisi karbon monoksida (CO) di udara dan memilih alternatif paling tepat untuk mengurangi polusi udara karena CO di kota Yogyakarta. Untuk memecahkan masalah ini digunakan pendekatan system dynamics untuk memodelkan variabel sebab akibat polusi udara. Kemudian dipilih alternatif paling cocok untuk mengoptimalkan ruang terbuka hijau (RTH) dan penanganan pabrik (PP) dengan Algoritma Genetik (AG) sehingga akan meminimumkan polusi karbon monoksida di kota Yogyakarta. Metode yang cocok untuk kasus yang sifatnya continue ini adalah dengan menggunakan metode simulasi system dynamics dengan bantuan software Powersim Studio 2005. System dynamics adalah salah satu metode yang memiliki kemampuan yang baik untuk mendekati sistem yang bersifat continuous dan juga dapat melihat hubungan timbal balik yang ada didalam sistem. Dari pembangunan model dapat dilihat model yang layak dalam pengambilan keputusan kebijakan. Dan dari simulasi yang dijalankan selama 10 tahun dengan metode system dynamics dapat dilihat bahwa kondisi kota Yogyakarta sangat sehat terhadap bahaya CO industri, sehingga tidak perlu dilakukan optimasi menggunakan Algoritma Genetik. Desain eksperimen yang dibangun mengidentifikasi kelayakan pembangunan pabrik maksimal di kota Yogyakarta adalah 109.817 dengan asumsi peningkatan jumlah pabrik tidak terbatas.

Kata kunci : system dynamics, Polusi CO industri, simulasi, jumlah pabrik maksimal

TAKARIR

Causal loop diagram	= Diagram sebab akibat
Flow diagram	= Diagram alir
Framework	= Kerangka
System dynamics	= Dinamika sistem



DAFTAR SIMBOL

E_i	= Frekuensi teoritis (sistem nyata)
F	= Fungsi tabel F
H	= Hipotesis
k	= Jumlah kelas
n	= Jumlah data
O_i	= Frekuensi observasi (hasil simulasi)
ppm	= parts per million
ppl	= people/orang
s^2	= Variansi
t	= Fungsi tabel T
\bar{x} dan μ	= Rata – rata
α	= Derajat kepercayaan
χ^2	= Chi square
yr	= year/tahun
z	= Fungsi tabel z

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
SURAT KETERANGAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN ..	vi
MOTTO ..	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
TAKARIR.....	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Batasan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
1.6 Sistematika Penulisan	9

BAB II KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif.....	11
2.2 Kajian Deduktif.....	11
2.2.1 Pemodelan Sistem.....	11
2.2.2 Simulasi Sistem.....	13

2.2.2.1 Simulasi.....	13
2.2.2.2 System Dynamics.....	14
2.2.3 Algoritma Genetik	17
2.2.3.1 Struktur Umum AG.....	18
2.2.3.2 Komponen Utama AG	19
2.2.3.3 Seleksi	21
2.2.3.4 Prosedur Algoritma Genetik Sederhana.....	21
2.2.3.5 Representasi Solusi	22
2.2.4 Validasi	25
2.2.4.1 Tujuan Validasi.....	25
2.2.4.2 Teknik Validasi System Dynamics	26
2.2.5 Analisa Output Hasil Simulasi.....	32
2.2.6 Desain Eksperimen.....	34
2.2.7 Polusi Udara.....	37

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian.....	38
3.2 Identifikasi Masalah.....	38
3.3 Metode Pengumpulan Data	38
3.3.1 Pengumpulan Data.....	38
3.3.2 Data yang Dibutuhkan	39
3.4 Pengolahan Data	40
3.4.1 Perancangan Model Konseptual.....	40
3.4.2 Validasi	40
3.4.3 Desain Eksperimen	40
3.4.4 Rekomendasi dan Saran.....	41
3.5 Diagram Alir Penelitian	42

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data.....	47
4.1.1 Profil Kota Yogyakarta.....	47
4.1.2 Data Pabrik.....	50

4.1.3	Data Penyakit	51
4.1.4	Data Ruang Terbuka Hijau (RTH).....	52
4.1.5	Data Polusi Udara CO.....	55
4.2	Pengolahan Data	56
4.2.1	Pengukuran Variabel-variabel	56
4.2.1.1	Pengolahan Data Pabrik.....	56
4.2.1.2	Pengolahan Data RTH	58
4.2.1.3	Asumsi-asumsi	58
4.2.2	Pembangunan Model	59
4.2.3	Hasil Simulasi	74
4.2.4	Validasi Model.....	77
4.2.5	Desain Eksperimen	82

BAB V PEMBAHASAN

5.1	Analisa Hasil Simulasi Awal	87
5.2	Analisa Hasil Simulasi Model Eksperimen	88

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan	92
6.2	Saran	93

DAFTAR PUSTAKA

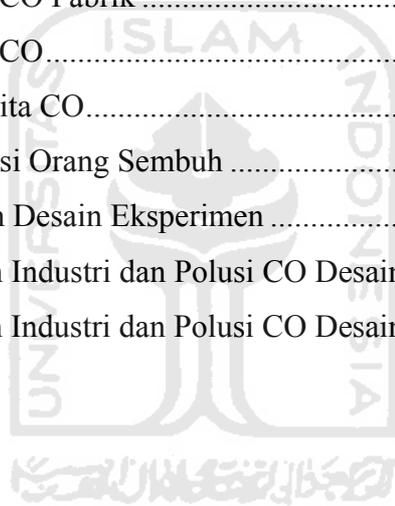
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Contoh Penggunaan Level dan Rate	16
Tabel 2.2	Perhitungan Nilai F	35
Tabel 4.1	Data Pabrik di Kota Yogyakarta	50
Tabel 4.2	Data Emisi CO oleh Pabrik di Kota Yogyakarta	50
Tabel 4.3	Data Penderita Penyakit Saluran Pernafasan	51
Tabel 4.4	Jenis Perdu	52
Tabel 4.5	Jenis Pohon	52
Tabel 4.6	Jenis Semak	54
Tabel 4.7	Data Jumlah RTH	55
Tabel 4.8	Data Ambien CO	55
Tabel 4.9	Pengolahan Data Pabrik Pangan dan Tembakau	56
Tabel 4.10	Pengolahan Data Pabrik Sandang dan Kulit	57
Tabel 4.11	Pengolahan Data Pabrik Logam dan Elektronika	57
Tabel 4.12	Pengolahan Data Emisi Pabrik	57
Tabel 4.13	Pengolahan Data Ruang Terbuka Hijau	58
Tabel 4.14	Rumus Matematis Flow Diagram	64
Tabel 4.15	Hasil Simulasi	75
Tabel 4.16	Jumlah Pabrik	75
Tabel 4.17	Rumus Matematis Desain Eksperimen	82
Tabel 4.18	Hasil Desain Eksperimen	84
Tabel 4.19	Hasil Jumlah Pabrik dengan Polusi CO	85
Tabel 4.20	Hasil Desain Eksperimen	86
Tabel 5.1	Hasil Simulasi untuk Tahun 2010 – 2020	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh Causal Loop.....	15
Gambar 2.2	Diagram Alir Untuk Sistem Populasi Sederhana (Powersim)	16
Gambar 2.3	Contoh Pengembangan Causal Loop Diagram ke Flow Diagram	17
Gambar 2.4	Diagram Alir AG Sederhana.....	22
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	42
Gambar 4.1	Causal Loop Model Awal	61
Gambar 4.2	Flow Diagram Model Awal	63
Gambar 4.3	Grafik Jumlah Industri	75
Gambar 4.4	Grafik Polusi CO Pabrik	76
Gambar 4.5	Grafik Polusi CO.....	76
Gambar 4.6	Grafik Penderita CO.....	76
Gambar 4.7	Grafik Populasi Orang Sembuh	77
Gambar 4.8	Flow Diagram Desain Eksperimen	83
Gambar 4.9	Grafik Jumlah Industri dan Polusi CO Desain Eksperimen.....	84
Gambar 4.10	Grafik Jumlah Industri dan Polusi CO Desain Eksperimen.....	86



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan tiap negara berkembang pada saat ini berlangsung pesat. Pembangunan tersebut terjadi di hampir semua sektor, seperti sektor pertanian, industri, ekonomi, pertambangan dan energi dan sebagainya. Di banyak negara berkembang seperti di Indonesia, perubahan ini antara lain disebabkan karena peningkatan pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri.

Sesuai data dari Badan Pusat Statistik Republik Indonesia, pada awal Pelita I, penduduk Indonesia baru berjumlah 120 juta jiwa. Tahun 1980 angka tersebut bertambah menjadi 147,5 juta jiwa. Menurut sensus penduduk tahun 1990, jumlahnya telah bertambah menjadi 179,4 juta jiwa. Tahun 2000, telah bertambah menjadi 205,1 juta jiwa. Sensus terakhir tahun 2010, penduduk Indonesia berjumlah 237,6 juta jiwa. Jika asumsi laju pertumbuhan 1,49% pertahun, angka ini akan menjadi 250 juta jiwa pada tahun 2020 dan pada akhir tahun 2025 akan menjadi 260 juta jiwa. Dimana Jawa Barat, Jawa Timur dan Jawa Tengah adalah tiga provinsi dengan urutan teratas yang berpenduduk terbanyak, yaitu masing-masing berjumlah 43.021.826 orang, 37.476.011 orang, dan 32.380.687 orang.

Bagi banyak daerah perkotaan, terutama kota-kota besar. Pembangunan yang beriringan dengan peningkatan jumlah penduduk tersebut bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dan meningkatkan taraf hidup manusia, karena akan terjadi perubahan-perubahan yang besar terhadap kondisi sumberdaya alam dan lingkungan hidup yaitu semakin menipisnya sumberdaya alam dan terjadinya pencemaran lingkungan.

Perkembangan pembangunan yang pada akhirnya mempengaruhi kebutuhan akan pemukiman, pangan, energi, dan lahan pertanian. Hal ini antara lain adalah karena adanya limbah sebagai hasil sampingan dari suatu kegiatan, yang mana limbah ini bila dibuang di alam secara terus menerus, tanpa adanya usaha penanganan sebelumnya, akhirnya akan dapat menimbulkan pencemaran terhadap alam dan lingkungan hidup.

Menurut Perda No. 5 tahun 2007 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Sumber pencemar udara sendiri dapat dibagi menjadi dua kategori (Harsanto, 1999), yaitu sumber bergerak, yang sebagian besar penyumbangannya berasal dari sektor transportasi seperti kendaraan bermotor, pesawat udara, kapal dan kereta api. Dan sumber *stasioner* antara lain *boiler* pembangkit tenaga, proses pabrik, pengilangan minyak.

Sebagai akibat lebih lanjut adalah terjadinya kerusakan lingkungan hidup dan menurunnya kualitas lingkungan hidup. Seperti yang terjadi di Kota Yogyakarta, kota ini selain sebagai tujuan menuntut ilmu karena memang terdapat ribuan instansi pendidikan dengan Ki Hajar Dewantara dan Ahmad Dahlan sebagai pendorongnya, juga sebagai tujuan wisata maka jelaslah mengalami pertumbuhan yang sangat cepat diberbagai bidang yang akan berdampak pada pencemaran udara. Selain itu disebabkan oleh aktivitas manusia seperti industri, pembangkit tenaga listrik, kendaraan bermotor dan aktifitas penduduk Kota Yogyakarta terhadap lingkungan berkontribusi dalam menyumbangkan pencemaran udara. Industri sebagai kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi atau barang jadi menjadi barang yang bermutu tinggi dalam penggunaannya itu juga

cukup mempengaruhi peningkatan tingkat polusi udara. Seperti dewasa ini udara yang dihirup manusia semakin tidak besahabat, banyak polusi udara terjadi di mana-mana yang disebabkan oleh banyak hal antara lain : asap kendaraan, asap pabrik, pembakaran sampah dan sebagainya.

Permasalahan pencemaran udara telah menjadi satu permasalahan yang rumit. Perkembangan perkotaan membawa pada konsekuensi negatif pada beberapa aspek, termasuk aspek lingkungan. Dalam tahap awal perkembangan kota sebagian besar lahan merupakan ruang terbuka hijau. Namun adanya kebutuhan ruang untuk menampung penduduk dan aktivitasnya ruang hijau tersebut cenderung mengalami konversi guna menjadi kawasan terbangun. Sebagian permukaannya terutama dipusat kota, tertutup oleh jalan, bangunan, pemukiman, kawasan industri dan lain-lain dengan karakter yang sangat kompleks.

Pencemaran udara merupakan salah satu faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam mencapai pembangunan berwawasan lingkungan. Udara sebagai salah satu sumber alam yang tidak dapat diperbaharui, merupakan kebutuhan utama bagi manusia, hewan, dan tanaman dalam mempertahankan hidupnya. Oleh karena itu udara perlu dijaga kebersihannya melalui pemantauan, pengaturan dan pembatasan pemanfaatannya sehingga tidak melampaui batas yang masih diperkenankan bagi kehidupan. Kualitas udara diperkotaan secara tidak langsung menurunkan kualitas hidup masyarakatnya sendiri. Setiap manusia bernafas dan udara yang dihirup jika tercemar oleh bahan berbahaya dan beracun akan berdampak serius pada kesehatan manusia.

Menurut Harsanto, (1999) masyarakat sering menilai kualitas udara berdasarkan pada visibilitas atau tembus pandang, padahal tingkat pencemaran udara bukan hanya dipengaruhi oleh visibilitas saja, tetapi juga kandungan zat pencemar lain yang tidak

tampak dengan mata. Selain itu, pengukuran kualitas udara juga harus selalu dibandingkan dengan baku mutu udara ambien yang dipersyaratkan. Baku mutu ini memuat beberapa zat pencemar udara guna melindungi kesehatan masyarakat, pertanian, tempat-tempat umum dan bangunan. Kajian teknis analisis dampak kualitas udara juga harus mencakup semua aspek, tidak terkecuali aspek sosial politik, dalam artian bahwa sejauh mana dampak yang akan ditimbulkan bagi aspek social dan politik, khususnya terhadap kesuksesan program penataan lingkungan dan pengambilan keputusan di daerah.

Penelitian tentang pencemaran udara pernah dilakukan sebelumnya antara lain yang dilakukan oleh Soraika, (2010) yang membahas mengenai klasifikasi daerah berdasarkan tingkat polusi udara Kota Yogyakarta dengan menggunakan metode *Learning Vector Quantization* dan *Analytical Hierarchy Process*. Shahgholian dan Hajihosseini, (2009) di Teheran, Iran dengan menggunakan pendekatan *system dynamics* yaitu dengan menggunakan *software* Vensim untuk mengetahui hubungan dan juga pengaruh dari setiap parameter (kesehatan dan pertumbuhan penduduk) terhadap pencemaran udara di Kota Teheran, Iran untuk 10 tahun kedepan. Penelitian lainnya mengenai pencemaran udara dengan menggunakan pendekatan *system dynamics* juga pernah dilakukan oleh Armah et.all., (2010), penelitian ini lebih ditekankan untuk mengidentifikasi penyebab dan dampak yang akan ditimbulkan dari masalah lalu lintas dan pencemaran udara di Kota Accra, Ghana.

Penelitian dengan menggunakan pendekatan sistem dinamis yang pernah dilakukan sebelumnya antara lain yang dilakukan oleh Kusmanto, (2010) tentang analisis kebijakan pengurangan *lost opportunity* pada harian pagi BERNAS Jogja dengan menggunakan *software* Powersim Studio Enterprise 2005 untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap besarnya *lost opportunity* yang dialami

perusahaan BERNAS Jogja. Wikan, (2009) melakukan analisis peningkatan portofolio *outstanding* dengan pendekatan sistem dinamis pada BRI Syariah sehingga dapat diketahui penyebabnya yaitu naik turunnya pembiayaan *outstanding* dan tingkat pertumbuhan nasabah. Sadelie, (2003) dengan mengembangkan model dinamis untuk pengembangan pariwisata berkelanjutan yang dapat digunakan untuk merancang pengelolaan sumberdaya alam, dalam hal ini Kawasan Tahura, sehingga diperoleh hasil yang optimal.

Dari beberapa penelitian di atas, pada penelitian ini akan melanjutkan penelitian yang dilakukan oleh Shahgholian dan Hajihosseini, (2009) dan Armah et.all., (2010), dimana model dari dua penelitian ini nantinya akan digabungkan dan juga dibuat *design eksperimen* dalam kaitannya dengan beberapa variabel yang paling berkontribusi besar dalam hal pencemaran udara antara lain yaitu tingkat pertumbuhan penduduk, tingkat infeksi yang disebabkan oleh kandungan CO, tingkat industrialisasi per tahun, serta beberapa variabel lain yang saling mempengaruhi. Secara garis besar *design eksperimen* yang telah dilakukan telah mampu mengurangi jumlah kandungan CO dengan memberikan usulan berupa kebijakan pengurangan kadar CO yang dihasilkan oleh industri di Yogyakarta.

System Dynamic merupakan metodologi simulasi berbasis deskriptif yang bukan bertujuan untuk mencari kebijakan optimal sehingga untuk memberikan suatu fungsi optimalisasi dan akurasi salah satunya adalah menggunakan metode algoritma genetik (AG). Dimulai dengan populasi random dari variabel-variabel, simulasi yang berbeda akan dijalankan untuk mencari performa setiap populasi untuk melakukan evaluasi. Penggunaan AG akan membangun sebuah populasi dari variabel-variabel kebijakan. Dari segi teknis akan berlangsung secara otomatis dan berulang sampai terbentuk kombinasi variabel-variabel kebijakan yang paling baik.

Pada model terdapat kombinasi AG sebagai teknik identifikasi dengan *System Dynamics Simulation* sebagai pembuat pengaturan multi kriteria model simulasi. AG memilih dan merekombinasi variabel-variabel pengaruh polusi CO seperti tingkat populasi penduduk, tingkat kualitas dan jenis dari mesin beserta cerobong asap pabrik, yang akan ditentukan susunan/spesifikasi terbaik untuk mencapai tujuan kebijakan guna menurunkan kadar CO di Yogyakarta (optimasi).

Beberapa penelitian yang mendukung terhadap pendekatan *Genetic Algorithm system dynamics* antara lain yaitu dilakukan oleh Mahmood Alborzi, Ph.D., (2008) penelitiannya menggunakan *augmenting Genetic Algorithm* dan *TOPSIS Multivariate Ranking Module* ke dalam *system dynamics* untuk merepresentasikan pembuatan model yang dapat diterapkan dalam sistem produksi dan inventori. Metode ini memberikan kemudahan untuk simulasi *system dynamics* ketika variabel/parameter yang bersifat *uncertain* (ketidakpastian). S.M. Disney et.all., (1999) juga menerapkan *Genetic Algorithm* dalam optimasi sistem control inventori. Bhushan, (2009) menggunakan pendekatan *System Dinamic*, *Genetic Algorithm* dan *Neural Network* untuk membangun sebuah model metodologi untuk menjelaskan sebuah dinamika sistem terhadap waktu melalui pendekatan hubungan antara ketiganya.

Berdasarkan permasalahan yang ada maka perlu dilakukan penelitian berkaitan dengan pengembangan model sebagai usulan kebijakan penegak hukum dan kesadaran masyarakat, pada variabel yang berpengaruh besar terhadap faktor-faktor yang mampu mengurangi tingkat kandungan CO serta penerapan pendekatan Algoritma Genetik untuk optimasi dalam *system dynamics*. Bertitik tolak dari pemikiran di atas, maka penelitian ini mengambil judul **“Pembangunan Model Kebijakan Pengurangan Emisi Gas Karbon Monoksida (Co) pada Sektor**

Industri Di Wilayah Kota Yogyakarta Menggunakan Pendekatan *System Dynamics*".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan suatu pokok permasalahan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu :

1. Bagaimana desain model yang valid yang dapat digunakan untuk dijadikan usulan dalam pengambilan keputusan mengurangi tingkat emisi gas karbon monoksida (CO) sektor industri ?
2. Bagaimana kondisi kota yogyakarta terhadap polusi karbon monoksida sektor industry untuk beberapa tahun yang akan datang ?
3. Berapa jumlah pabrik maksimal yang layak didirikan berdasarkan jumlah ruang terbuka hijau dan polusi udara Karbon monoksida (CO) periode waktu (dalam tahun) di Kota Yogyakarta ?

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak meluas, maka dalam penelitian ini perlu adanya batasan-batasan agar lebih terarah dan mengenai sasaran. Batasan masalah yang diambil untuk penelitian ini adalah :

1. Objek penelitian hanya dilakukan di wilayah Kota Yogyakarta.
2. Pengambilan data dilakukan di instansi-instansi Pemerintah Kota Yogyakarta.
3. Data yang diambil adalah data dari tahun 2001 sampai dengan tahun 2010.
4. Kondisi cuaca ekstrim di wilayah Yogyakarta dianggap tidak berpengaruh terhadap penelitian.
5. Data industri dalam penelitian ini adalah industri dalam skala sedang dan besar.

6. Data penderita penyakit CO adalah data warga Kota Yogyakarta yang menderita ISPA. Data diambil dan mendapat persetujuan dari P2PL Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta.
7. Alat pemodelan simulasi komputer yang digunakan adalah Powersim Studio 2005.
8. Metode optimasi penelitian ini menggunakan Algoritma Genetik (AG).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan diadakannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat membangun model kebijakan beserta faktor - faktor yang mampu mengurangi tingkat emisi gas karbon monoksida (CO) di Wilayah Kota Yogyakarta.
2. Dapat memprediksi kondisi udara Kota Yogyakarta terhadap sektor industri dimasa yang akan datang sehingga dapat membantu pemerintah daerah setempat untuk mengurangi tingkat emisi gas karbon monoksida (CO).
3. Dapat memberikan usulan penambahan jumlah pabrik di Kota Yogyakarta.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui tingkat pencemaran udara di Wilayah Kota Yogyakarta untuk nantinya diberikan solusi yang tepat sehingga dengan mengetahui faktor-faktor penyebab polusi dapat dikurangi dan diseimbangkan.
2. Memperoleh gambaran tentang alternatif - alternatif kebijakan sehingga dapat dijadikan sebagai rujukan Peraturan Daerah yang akan dibentuk oleh Pemerintah Kota Yogyakarta.

3. Dari pembangunan model kebijakan ini dapat dimanfaatkan untuk penelitian berikutnya berupa prediksi polusi udara karena industri maupun sektor lain dan di semua wilayah.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk lebih terstrukturanya penulisan tugas akhir ini maka selanjutnya sistematika penulisan ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini akan diuraikan secara singkat mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Disamping itu juga memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan penjelasan mengenai obyek penelitian, tempat penelitian, teknik pengumpulan data dan kerangka pemecahan masalah.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan data - data yang diperlukan dalam penelitian, pengolahan data tersebut, baik secara langsung maupun tidak dengan bantuan software.

BAB V PEMBAHASAN

Melakukan pembahasan hasil yang diperoleh dalam penelitian, dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dan permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka memuat semua sumber kepustakaan yang digunakan dalam penelitian, baik berupa buku, majalah, maupun sumber-sumber kepustakaan lainnya.

LAMPIRAN

Memuat keterangan, tabel, gambar, dan hal-hal lain yang perlu dilampirkan untuk memperjelas uraian dalam laporan.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan pendekatan Genetic Algorithm system dynamics antara lain yaitu dilakukan oleh Mahmood Alborzi, Ph.D., (2008) penelitiannya menggunakan augmenting Genetic Algorithm dan TOPSIS Multivariate Ranking Module ke dalam system dynamics untuk merepresentasikan pembuatan model yang dapat diterapkan dalam sistem produksi dan inventori. Metode ini memberikan kemudahan untuk simulasi system dynamics ketika variabel/parameter yang bersifat uncertain (ketidakpastian).

S.M. Disney et.all., (1999) menerapkan Genetic Algorithm dalam optimasi sistem control inventori.

Bhushan, (2009) menggunakan pendekatan System Dynamic, Genetic Algorithm dan Neural Network untuk membangun sebuah model metodologi untuk menjelaskan sebuah dinamika sistem terhadap waktu melalui pendekatan hubungan antara ketiganya.

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Pemodelan Sistem

Sistem merupakan kesatuan dari elemen-elemen yang terhubung melalui sebuah mekanisme tertentu dan terikat dalam hubungan interdependensi yang mempunyai tujuan bersama. Sistem juga memiliki hubungan yang bersifat umpan balik yang menyebabkan sistem senantiasa bersifat dinamis. Sedangkan lingkungan

sistem adalah segala sesuatu yang tidak merupakan bagian dari sistem, tetapi keberadaannya dapat mempengaruhi dan atau dipengaruhi sistem. Beberapa komponen yang terkandung di dalam sistem adalah entitas (obyek yang diamati), atribut (keterangan (properties) yang dimiliki oleh tiap entitas), aktivitas (proses rutin yang terjadi pada suatu rentang waktu tertentu), kejadian (peristiwa yang tiba-tiba terjadi (sulit diprediksi) yang dapat mengubah kondisi sistem), variabel status (sekumpulan variabel untuk menunjukkan kondisi/status sistem pada suatu waktu tertentu, sesuai dengan tujuan dari penelitian itu sendiri). Beberapa sistem dalam praktiknya secara keseluruhan bisa jadi termasuk diskrit maupun kontinyu, tetapi apabila salah satu jenis perubahan lebih mendominasi, maka dimungkinkan untuk menggolongkan sistem tersebut baik ke dalam diskrit maupun kontinyu (Law and Kelton, 1991).

Model merupakan suatu representasi suatu sistem nyata. Sehingga model dapat dikatakan sebagai sebuah kesatuan yang menggambarkan karakteristik suatu sistem. Model dibuat dengan cara simplifikasi dari sistem yang ada sehingga untuk mempelajari sebuah sistem dapat dilakukan dengan pengamatan pada model sistem tersebut. Walaupun model merupakan bentuk sederhana dari sebuah sistem, tapi dalam pembentukannya harus tetap memperhatikan kompetensi dari karakteristik sistem yang diamati (Simatupang, 1996). Model dibagi menjadi model fisik yang berupa benda berwujud dan model matematis adalah yang berupa perhitungan / rumus.

Sehingga dapat dilakukan suatu pemodelan beserta pengembangannya terhadap sistem nyata baik dengan cara bertahap dimulai dari model sederhana hingga diperoleh model yang lebih representatif (elaborasi), secara analogis kesamaan-

kesamaan (sinektik), maupun secara berulang-ulang dan peninjauan kembali (iteratif) untuk menghasilkan model sistem yang representatif dengan sistem nyatanya.

2.2.2 Simulasi Sistem

2.2.2.1 Simulasi

Simulasi merupakan solusi analitis dari sebuah sistem yang digunakan untuk memecahkan berbagai masalah yang digunakan untuk menguraikan persoalan-persoalan dalam kehidupan nyata yang penuh dengan ketidakpastian ketika solusi matematis tidak memadai, dengan menggunakan model atau metode tertentu untuk melihat sejauh mana input mempengaruhi pengukuran output atas performansi sistem dan lebih ditekankan pada pemakaian komputer untuk mendapatkan solusinya (Simatupang, 1996). Menurut Banks (1999), simulasi adalah imitasi dari proses operasi di dunia nyata. Simulasi juga di definisikan sebagai sebuah imitasi sederhana dari sistem operasi di dunia nyata yang bertujuan untuk mengevaluasi sistem tersebut (Goldsmann, 2007).

Simulasi mempunyai keunggulan menangkap perubahan dinamis dari proses yang terjadi sehingga dapat mewakili kondisi sebenarnya dari sebuah sistem serta kemampuan menjalankan what-if scenario untuk dapat mengetahui pengaruhnya terhadap sistem. Simulasi juga berusaha untuk merepresentasikan sistem amatan dengan presisi yang lebih mudah untuk diamati dibandingkan dengan jenis model yang lain. Dengan simulasi maka dimungkinkan untuk dapat mengamati bagaimana sistem yang direpresentasikan dapat berperilaku, sehingga model simulasi yang baik adalah model yang mampu menyelesaikan karakteristik dan perubahan sistem dari waktu ke waktu.

2.2.2.2 System Dynamics

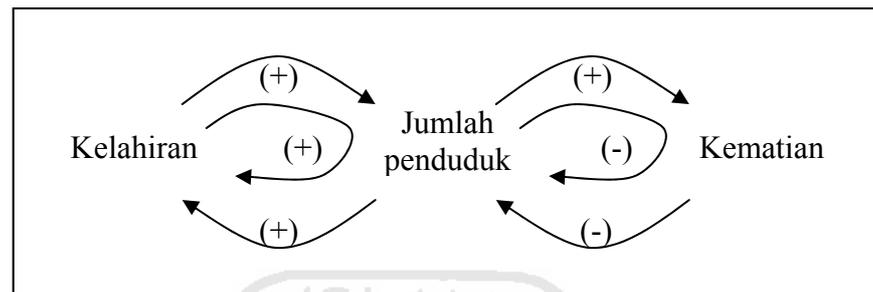
Sytem Dynamics adalah sebuah alat analisis yang awalnya digunakan untuk menganalisa permasalahan Industrial Engineering and Management, namun pada perkembangan selanjutnya, topik bahasannya meluas meliputi berbagai masalah sistem sosial, dan namanya disesuaikan menjadi Sytem Dynamics.

Metode Sytem Dynamics mempelajari masalah dengan sudut pandang sistematis, dimana elemen-elemen sistem tersebut saling berinteraksi tertentu dalam suatu hubungan umpan balik sehingga menghasilkan suatu perilaku. Interaksi dalam struktur ini diterjemahkan ke dalam model matematis yang selanjutnya dengan bantuan komputer digital disimulasikan untuk memperoleh perilaku historisnya.

Konsep pertama dari Sytem Dynamics adalah memahami bagaimana semua objek yang menyusun sebuah sistem dapat berinteraksi antara satu dengan yang lainnya. Sebuah sistem dapat berupa apa saja, dari sistem manufaktur yang kompleks hingga sistem akuntansi sebuah bank dan dapat juga berupa sebuah tim olahraga yang cukup sederhana. Perangkat dalam sistem baik manusia maupun objek – objek lainnya disebut sebagai variabel dalam sistem dan akan berinteraksi dalam bentuk sengkeli yang sifatnya umpan balik, dimana perubahan pada satu variabel asal akan menyebabkan perubahan pada variabel yang lainnya dan akan berbalik merubah variabel asal itu sendiri. Apa yang diusahakan oleh Sytem Dynamics adalah mencoba untuk memahami struktur dasar dalam sebuah sistem sehingga dari situ dapat dipahami pula karakteristik/perilaku dari sistem itu sendiri.

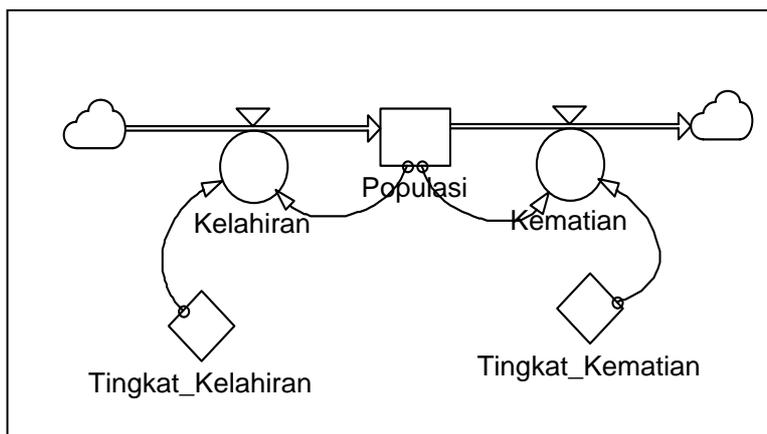
Ciri utama Sistem Dinamis adalah adanya suatu causal loop, suatu siklus antar komponen saling mempengaruhi yang menunjukkan pola perubahan variable dan polaritasnya (positif dan negatif) dan siklus tersebut bersifat closed loop atau siklus tertutup. Suatu perubahan kondisi pada suatu komponen akan kembali berpengaruh

terhadap komponen tersebut setelah berpengaruh terhadap komponen lain dalam siklus tersebut. Sehingga dalam model Sistem Dinamis dapat digunakan untuk mempelajari karakteristik sistem, mekanisme internal, dan juga digunakan untuk meramalkan. Penentuan tujuan dari pemodelan tersebut akan mempengaruhi proses pembangunan model itu sendiri.



Gambar 2.1 Contoh Causal Loop

Selanjutnya adanya diagram alir yang digunakan untuk merincikan hubungan antar variabel sistem yang selanjutnya akan digunakan untuk pembuatan model matematisnya. Diagram alir mempunyai variable-variabel seperti level (stock) yang menunjukkan suatu kondisi sistem pada setiap saat dan dinyatakan dengan sebuah besaran kuantitas terakumulasi sebagai akibat aktivitas aliran sepanjang waktu. Rate (flow) menggambarkan suatu aktivitas yang berkontribusi terhadap perubahan persatuan waktu dalam suatu level yang dinyatakan dalam suatu besaran laju perubahan, Auxillary yang memuat perhitungan dasar persamaan matematik pada variabel lain, constant adalah variable yang memuat nilai tetap yang akan digunakan dalam perhitungan auxillary atau variable flow, dan link sebagai penghubung antara satu variable dengan variable lainnya.



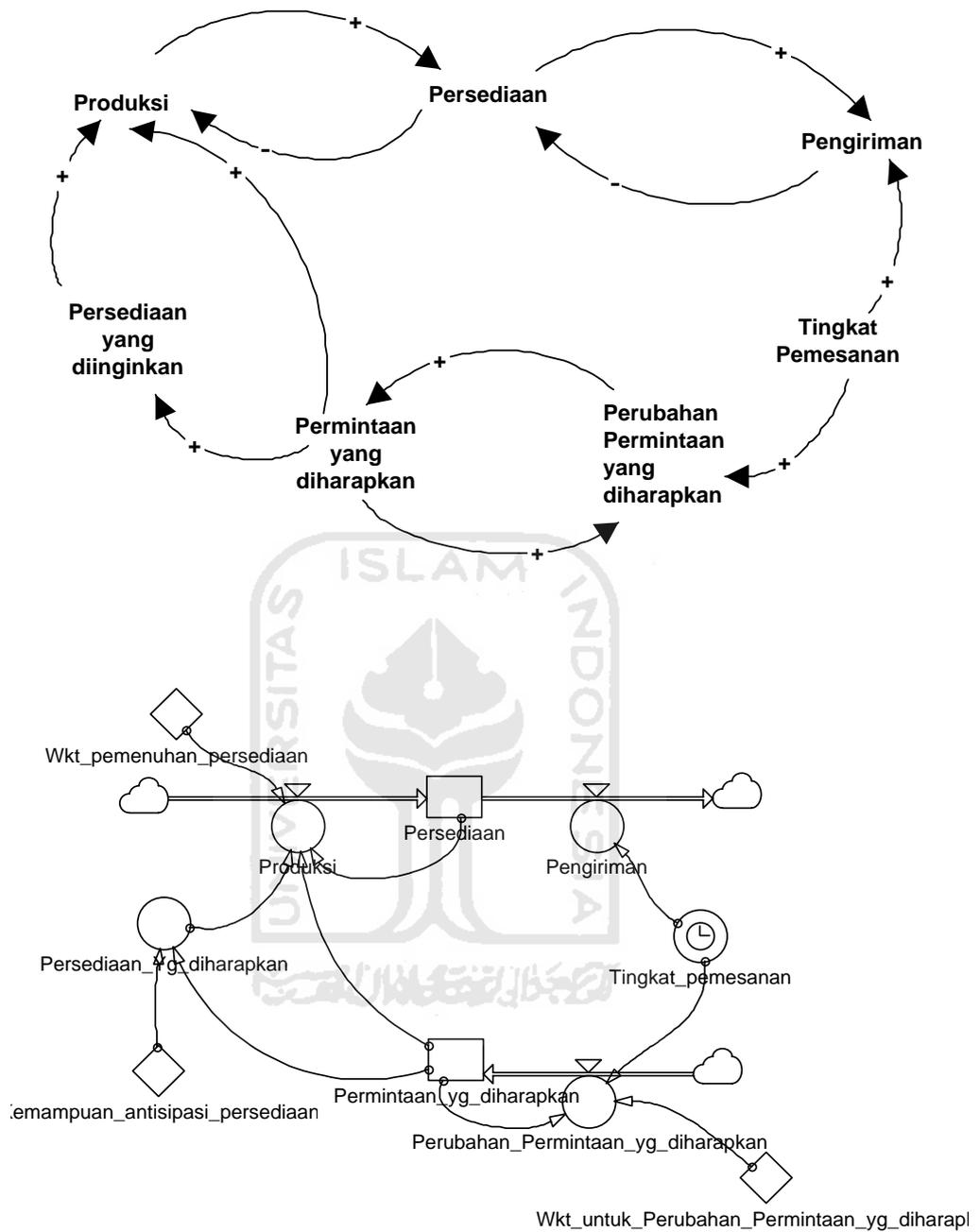
Gambar 2.2 Diagram Alir Untuk Sistem Populasi Sederhana (Powersim)

Beberapa contoh penggunaan level dan rate adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Contoh Penggunaan Level dan Rate

<i>In Rate</i> (menambah level)	Level	<i>Out Rate</i> (mengurangi level)
Kelahiran	Populasi Penduduk	Kematian
Pemasukan	Kas Organisasi	Pengeluaran
Penanaman	Jumlah Pohon di hutan	Penebangan
Pengembalian	Jumlah Buku di Perpustakaan	Peminjaman
Debit	Tabungan di bank	Kredit
Pembuangan	Banyak sampah di TPA	Pengolahan
Customer Realization	Customer Value	Customer Sacrifice
Pendapatan Kotor	Profit	Biaya
Produksi	Inventory	Pengiriman

Berikut ini adalah contoh pembuatan flow diagram dari causal loop diagram :



Gambar 2.3 Contoh Pengembangan Causal Loop Diagram ke Flow Diagram

2.2.3 Algoritma Genetik

Algoritma Genetika (AG) adalah algoritma pencarian heuristik yang didasarkan atas mekanisme evolusi biologis. Keceragaman pada evolusi biologis

adalah variasi dari kromosom antar individu organisme. Variasi kromosom ini akan mempengaruhi laju reproduksi dan tingkat kemampuan organisme untuk tetap hidup.

Pada dasarnya ada 4 kondisi yang sangat mempengaruhi proses evaluasi, yaitu:

- a. Kemampuan organisme untuk melakukan reproduksi
- b. Keberadaan populasi organisme yang bisa melakukan reproduksi.
- c. Keberagaman organisme dalam suatu populasi
- d. Perbedaan kemampuan untuk survive.

Individu yang lebih kuat (fit) akan memiliki tingkat survival dan tingkat reproduksi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan individu yang kurang fit. Pada kurun waktu tertentu (sering dikenal dengan istilah genetasi), populasi secara keseluruhan akan lebih banyak memuat organisme yang fit.

Algoritma genetika pertama kali dikembangkan oleh John Holland dari Universitas Michigan (1975). John Holland mengatakan bahwa setiap masalah yang berbentuk adaptasi (alami maupun buatan) dapat diformulasikan dalam terminologi genetika. Algoritma genetika adalah simulasi dari proses evolusi Darwin dan operasi genetika atas kromosom.

2.2.3.1 Struktur Umum AG

Pada algoritma ini, teknik pencarian dilakukan sekaligus atas sejumlah solusi yang mungkin yang dikenal dengan istilah populasi. Individu yang terdapat dalam satu populasi disebut dengan istilah kromosom. Kromosom ini merupakan suatu solusi yang masih berbentuk simbol. Populasi awal dibangun secara acak, sedangkan populasi berikutnya merupakan hasil evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi yang disebut dengan istilah generasi. Pada setiap generasi, kromosom akan melalui proses evaluasi dengan menggunakan alat ukur yang disebut dengan fungsi fitness. Nilai fitness dari suatu kromosom akan menunjukkan kualitas kromosom dalam

populasi tersebut. Generasi berikutnya dikenal dengan istilah anak (offspring) terbentuk dari gabungan 2 kromosom generasi sekarang yang bertindak sebagai induk (parent) dengan menggunakan operator penyilangan (crossover). Selain operator penyilangan, suatu kromosom dapat juga dimodifikasi dengan menggunakan operator mutasi. Populasi generasi yang baru dibentuk dengan cara menyeleksi nilai fitness dari kromosom induk (parent) dan nilai fitness dari kromosom anak (offspring), serta menolak kromosom-kromosom yang lainnya sehingga ukuran populasi (jumlah kromosom dalam suatu populasi) konstan. Setelah melalui beberapa generasi, maka algoritma ini akan konvergen ke kromosom terbaik.

2.2.3.2 Komponen Utama AG

Ada 6 komponen utama dalam AG, yaitu:

1. Teknik penyandian

Teknik penyandian disini meliputi penyandian gen dari kromosom. Gen merupakan bagian dari kromosom. Satu gen biasanya akan mewakili satu variabel.

Gen dapat dipresentasikan dalam bentuk string bit, pohon, array bilangan real, daftar aturan, elemen permutasi, elemen program, atau representasi lainnya yang dapat diimplementasikan untuk operator genetika.

2. Prosedur inisialisasi

Ukuran populasi akan tergantung pada masalah yang akan dipecahkan dan jenis operator genetika yang akan diimplementasikan. Setelah ukuran populasi ditentukan, kemudian harus dilakukan inisialisasi terhadap kromosom yang terdapat pada populasi tersebut. Inisialisasi kromosom dilakukan secara acak, namun demikian harus tetap memperhatikan domain solusi dan kendala permasalahan yang ada.

3. Fungsi evaluasi

Ada 2 hal yang harus dilakukan dalam melakukan evaluasi kromosom, yaitu : evaluasi fungsi obyektif (fungsi tujuan) dan konversi fungsi obyektif ke dalam fungsi fitness. Secara umum, fungsi fitness diturunkan dari fungsi obyektif dengan nilai yang tidak negatif. Apabila ternyata fungsi obyektif memiliki nilai negative, maka perlu ditambahkan suatu konstanta C agar nilai yang terbentuk menjadi tidak negatif.

4. Seleksi

Seleksi ini bertujuan untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang paling fit. Ada beberapa metode seleksi dari induk, antara lain:

- a. Range-based fitness assignment
- b. Roulette wheel selection
- c. Stochastic universal sampling
- d. Local selection
- e. Truncation selection
- f. Tournament selection

5. Operator genetika

Ada 2 operator genetika, yaitu:

- a. Operator untuk melakukan rekombinasi, yang terdiri dari:

- I. Rekombinasi bernilai real: rekombinasi diskret, rekombinasi intermediate (menengah), rekombinasi garis, rekombinasi garis yang diperluas.
- II. Rekombinasi bernilai biner (*crossover*): *crossover* satu titik, *crossover* banyak titik, *crossover* seragam.

III. *Crossover* dengan permutasi

b. Mutasi

I. Mutasi bernilai real

II. Mutasi bernilai biner

6. Penentuan parameter

Yang disebut dengan parameter kontrol algoritma yaitu ukuran populasi (popsize), peluang crossover (pc), dan peluang mutasi (pm). Nilai parameter ini ditentukan juga berdasarkan permasalahan yang akan dipecahkan.

2.2.3.3 Seleksi

Seleksi akan menentukan individu-individu mana saja yang akan dipilih untuk dilakukan rekombinasi dan bagaimana offspring terbentuk dari individu-individu terpilih tersebut. Langkah pertama yang dilakukan dalam seleksi ini adalah pencarian nilai fitness. Masing-masing individu dalam suatu wadah seleksi akan menerima probabilitas reproduksi yang tergantung pada nilai obyektif dirinya sendiri terhadap nilai obyektif dari semua individu dalam wadah seleksi tersebut. Nilai fitness inilah yang nantinya akan digunakan pada tahap-tahap seleksi berikutnya.

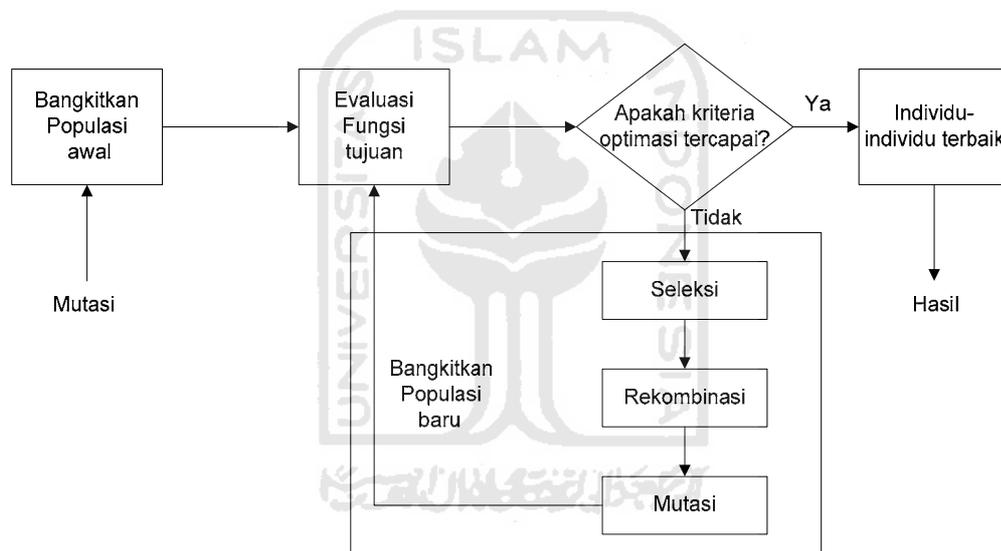
2.2.3.4 Prosedur Algoritma Genetik Sederhana

Misalkan P (generasi) adalah populasi dari satu generasi, maka secara sederhana algoritma genetika terdiri dari langkah-langkah:

1. Generasi = 0 (generasi awal)
2. Inisialisasi populasi awal, P (generasi), secara acak
3. Evaluasi nilai fitness pada setiap individu dalam P (generasi)
4. Kerjakan langkah-langkah berikut hingga generasi mencapai maksimum generasi:
 - a. Generasi = generasi+1 (tambah generasi)

- b. Seleksi populasi tersebut untuk mendapatkan kandidat induk, P' (generasi)
- c. Lakukan *crossover* pada P' (generasi)
- d. Lakukan mutasi pada P' (generasi)
- e. Lakukan evaluasi fitness setiap individu pada P' (generasi)
- f. Bentuk populasi baru : $P(\text{generasi}) = \{P(\text{generasi-1}) \text{ yang survive, } P'(\text{generasi})\}$

Secara umum diagram alir algoritma genetika sederhana seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.4 Diagram Alir AG Sederhana

2.2.3.5 Representasi Solusi

1. Untuk menentukan panjang kromosom

Misalkan kromosom x merupakan representasi dari variable y yang berbentuk string biner. Sedangkan panjang setiap kromosom tergantung pada presisi yang diinginkan (misalkan ketepatan n angka dibelakang koma). Secara umum, jika selang yang diijinkan untuk variable y adalah $[a \ b]$, dengan presisi n , maka panjang kromosom L dapat dirumuskan sebagai:

$$L = \lceil \log_2[(b - a)10^n + 1] \rceil \quad \dots (2.12)$$

Dengan : b = nilai max

a = nilai min

n = kelipatan

2. Menentukan parameter

Penentuan parameter algoritma genetik dilakukan untuk menghitung panjang kromosom yang akan kita gunakan, dengan syarat lebih dari 1 parameter.

3. Mengubah bentuk string biner (panjang kromosom) menjadi decimal.

4. Mengubah bentuk desimal menjadi real

$$x = a + [(b - a) / (2^L - 1)] * \text{nilai desimal} \quad \dots (2.13)$$

5. Inisialisasi populasi awal

Populasi awal dipilih secara acak, lalu hitung fitness baru dan jumlahkan.

6. Seleksi kromosom baru dengan Roda Roulette

Langkah-langkah yang harus dikerjakan:

a. Fitness relative (p_k) tiap-tiap kromosom dapat dicari sebagai berikut:

$$P_k = F_k / \text{total fitness} \quad \dots (2.14)$$

b. Fitness kumulatif (q_k) dapat dicari sebagai berikut:

$$\text{Missal: } q_1 = p_1 = 0,079$$

$$q_2 = q_1 + p_2 = 0,079 + 0,057 = 0,136$$

dan seterusnya.

c. Bangkitkan bilangan acak sebanyak populasi (*popsize*) untuk diseleksi.

Lalu cocokkan dengan table fitness sebelumnya, bilangan tersebut masuk pada range kumulatif fitness yang mana. Dengan demikian, maka fitness yang terpilih menjadi kromosom baru hasil seleksi.

7. Penyilangan

Langkah-langkah yang harus dikerjakan:

- a. Misalkan peluang *crossover* (p_c) adalah 0,25, maka diharapkan 25% dari total kromosom akan mengalami *crossover* (5 dari 20 kromosom). Untuk memilih kromosom-kromosom mana saja yang akan dilakukan *crossover*, bangkitkan bilangan acak antara [0 1] sebanyak 20 buah (panjang populasi).
- b. Pilih bilangan-bilangan acak yang kurang dari p_c , maka kromosom (v_s') tersebut berhak untuk melakukan *crossover*. Sedangkan bilangan acak yang lebih besar dari p_c tidak akan mengalami *crossover* (dibuang). Apabila jumlah kromosom yang terpilih ganjil, maka harus dibuang salah satu.
- c. Silangkan semua kromosom. Misal pada *crossover* v_5' dengan v_6' , pilih bilangan acak antara 1 sampai (L-1), [1 17]. Bilangan ini akan menentukan posisi *crossover* satu titik. Misalkan bilangan itu adalah 4, maka silangkan 2 kromosom tersebut setelah bit ke-4. Anak hasil *crossover* akan diberi tanda ("). Pemilihan posisi penyilangan dengan mengambil bilangan acak, kemudian dilanjutkan dengan penyilangan ini juga dilakukan untuk semua pasangan kromosom yang akan disilangkan.

8. Pemutasian

Langkah-langkah yang harus dikerjakan:

- a. Hitung jumlah bit yang ada pada populasi, yaitu: $\text{popsize} * L = 50 * 25 = 1250$.
- b. Misal peluang mutasi (p_m) adalah 0,001, maka diharapkan yang akan mengalami mutasi sebanyak (1,25 bit= 2 bit). Untuk memilih bit-bit mana saja yang akan dilakukan mutasi, bangkitkan bilangan acak antara [0 1] sebanyak. Seandainya dari ke-1250 bilangan acak tersebut tidak ada satupun yang kurang dari ($p_m = 0,001$), maka pada generasi pertama ini tak satupun bit yang akan mengalami mutasi.

9. Pelestarian kromosom-kromosom terbaik

Misalkan probabilitas kromosom terbaik yang akan dilestarikan adalah 0,2 yang berarti bahwa paling tidak 20% kromosom dalam populasi yang telah terjadi (10 kromosom dari 50 kromosom) akan diganti dengan kromosom terbaik pada populasi awal generasi yang bersangkutan. Bangkitkan 50 bilangan random, kemudian bilangan acak yang kurang dari 0,2 akan diganti dengan kromosom-kromosom terbaik pada populasi awal. Populasi akhir pada generasi pertama akan menjadi populasi awal untuk generasi kedua. Dengan cara yang sama, proses tersebut dilakukan pada generasi kedua sampai generasi keseratus. Generasi terakhir yang dicantumkan adalah generasi yang memiliki *fitness* terbaik, terburuk, maupun rata-rata yang sudah menunjukkan angka yang sama.

2.2.4 Validasi

2.2.4.1 Tujuan Validasi

Validasi merupakan langkah untuk meyakinkan bahwa model berkelakuan/bersifat seperti sistem nyatanya. Dan suatu pendekatan paling nyata dalam suatu validasi adalah membandingkan model dengan output dari sistem nyatanya.

Dua tujuan umum dalam validasi :

1. Menghasilkan suatu model yang representatif terhadap perilaku sistem nyatanya sedekat mungkin untuk dapat digunakan sebagai substitusi dari sistem nyata dalam melakukan eksperimen tanpa mengganggu jalannya sistem.
2. Meningkatkan kredibilitas model, sehingga model dapat digunakan oleh

para manajer dan para pengambil keputusan lainnya.

Tipe validasi model :

1. Validasi asumsi

Model asumsi ini dibagi kedalam dua kelas, yaitu asumsi struktural dan asumsi data.

a. Asumsi struktural meliputi pertanyaan-pertanyaan bagaimana sistem beroperasi dan asumsi ini juga melibatkan penyederhanaan dan penggambaran kenyataan dari sistem. Sebagaimana penulis memisahkan asumsi ini kedalam validasi proses.

b. Asumsi data harus didasarkan pada pengumpulan data yang reliabel/data terpercaya dan analisa statistik yang tepat dari suatu data.

2. Validasi Output

Cara yang paling mudah untuk melakukan validasi ini adalah dengan pendekatan visual. Beberapa orang ahli mengamati dan membandingkan antara output model terhadap sistem riil. Metode lain yang digunakan adalah dengan pendekatan statisik.

2.2.4.2 Teknik Validasi System Dynamics

Ada beberapa pendekatan tentang validasi system dynamics, adalah sebagai berikut:

1. Uji Struktur Model

a. Uji Verifikasi Struktur

Merupakan uji model tidak mengandung kontradiksi dengan pengetahuan struktur sistem aktual dan memiliki relevansi struktur yang tinggi dengan sistem aktual yang dimodelkan.

b. Uji konsistensi Dimensi

Merupakan uji keseimbangan dimensi variabel pada setiap persamaan. Jika dimensi tidak cocok pada kedua bagian sisi persamaan, maka harus direview dan diformulasikan kembali

c. Uji Validitas Permukaan (Face Validity test)

Uji ini untuk menguji validitas model pada permukaan, konsistensinya dengan sistem aktual, yaitu pengujian pada struktur model dan kecocokan antara struktur model dan karakteristik esensial dari sistem aktual.

d. Uji Parameter Model

Pengujian kecocokan berdasarkan parameter model dengan sistem nyata.

e. Uji Verifikasi Parameter

Verifikasi Parameter dilakukan melalui definisinya dan nilai parameter yang diseleksi dengan membandingkan pengetahuan dari sistem aktual tentang kecocokan parameter dengan konsep dan angka-angka pada kehidupan nyata dan konsisten dengan ketersediaan uji informasi mengenai sistem aktual.

f. Uji Kecukupan Batasan (Boundary-adequacy)

Uji ini mempertimbangkan hubungan struktural yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan model. Ketepatan dalam pengelompokkan model dan meliputi semua struktur yang relevan berisikan variabel dan pengaruh umpan balik yang dibutuhkan untuk permasalahan tersebut dan kesesuaiannya dengan tujuan studi.

g. Uji Kondisi Ekstrim

Uji ini mengacu pada pengertian yang sama model dengan sistem

nyata, jika suatu variabel dirubah pada kondisi ekstrem akan menghasilkan suatu nilai kemungkinan akan terjadi.

2. Uji Perilaku Model

a. Uji Sensitivitas Paramater

Uji ini ditujukan untuk melihat sensitif atau tidaknya perilaku model terhadap variasi nilai parameter.

b. Uji Sensitivitas Struktural

Pada uji ini sensitivitas dicek dengan memperhatikan referensi perubahan struktural.

c. Uji Sensitivitas Perilaku

Uji ini membandingkan perilaku model dengan perilaku sistem aktual. Perilaku model dibandingkan dengan observasi perilaku sistem aktual meliputi gejala pembangkitan, pembangkitan frekuensi, pentahapan relatif, multipel mode, dan karakteristik perilaku.

d. Uji Prediksi Perilaku

Uji ini memfokuskan pada perilaku masa depan . Sistem Dinamik tidak digunakan untuk prediksi titik (optimasi) tetapi prediksi pola dan prediksi peristiwa untuk dievaluasi.

e. Uji Prediksi Peristiwa

Uji ini ditujukan untuk melihat perubahankeadaan sekitarnya karena suatu peristiwa, kemudian diaplikasikan pada kehidupan nyata.

f. Uji Statistik

Fokus utama test ini adalah kesesuaian model secara statistik dengan sistem aktual.

Untuk melakukan validasi model apakah sesuai dengan sistem

nyatanya dapat dilakukan dengan :

f.i. Uji kesamaan dua variansi

Uji kesamaan dua variansi adalah pengujian apakah kedua data mempunyai variansi yang sama. Rumus yang dipakai adalah:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Dengan hipotesis uji :

Ho : $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$: Variansi kedua populasi adalah sama

Hi = $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$: Variansi kedua populasi adalah tidak sama

Level of significance = α

Daerah kritis : Ho tidak ditolak jika $F(1-\alpha/2, n_1-1, n_2-1) < F_{hitung} < F(\alpha/2, n_1-1, n_2-1)$

f.ii. Uji kesamaan dua rata-rata

Uji kesamaan dua rata-rata adalah menguji apakah kedua data mempunyai rata-rata yang sama. Rumus yang dipakai untuk menguji hipotesis kesamaan dua rata-rata adalah:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

dengan

$$s_2^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

dimana:

\bar{X}_1 = rata-rata output sistem

X_2 = rata-rata output model

s_1^2 = variansi output sistem

s_2^2 = variansi output model

n_1 = jumlah output sistem

n_2 = jumlah output model

Hipotesis ujinya :

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$: Rata - rata kedua populasi adalah sama

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$: Rata - rata kedua populasi adalah tidak sama

Daerah kritisnya : H_0 tidak ditolak jika $-\alpha/2 < t < \alpha/2$

f.iii. Uji Kecocokan Model Simulasi

Uji Kecocokan Model Simulasi adalah menguji apakah antara hasil model simulasi memiliki kecocokan dengan sistem nyata yang diamati. Model yang dipergunakan adalah uji Chi-Kuadrat. Rumus yang digunakan adalah:

O_i = frekuensi observasi

E_i = frekuensi teoritis

Hipotesis ujinya:

H_0 : distribusi frekuensi hasil observasi sesuai dengan distribusi sistem nyata

H_1 : distribusi frekuensi hasil observasi tidak sesuai dengan distribusi sistem nyata

Level of significance = α

Daerah kritis :

Ho tidak ditolak apabila $\chi^2_{(1-\alpha/2, k-1)} < \chi^2_{tabel} < \chi^2_{(\alpha/2, k-1)}$

Hi ditolak apabila $\chi^2_{(1-\alpha/2, k-1)} > \chi^2_{tabel} > \chi^2_{(\alpha/2, k-1)}$

Untuk menentukan banyak kelas yang akan digunakan, rumus yang dipakai adalah : $k = 1 + 3,32 \log N$

Untuk menentukan interval kelas, digunakan rumus :

$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k}$$

g. Uji Replikasi Perilaku

Yaitu menguji replikasi setelah model dijalankan.

3. Uji Implikasi Kebijakan

Uji implikasi dibutuhkan untuk memberikan kepercayaan pada model berdasarkan rekomendasi kebijakan.

Uji untuk validasi kebijakan dapat juga diklasifikasikan pada suitability, consistency, dan utility dan effectiveness

a. Testing Suitability

Test ini diartikan untuk melahirkan kepercayaan kecocokkan antara implikasi kebijakan dengan tujuan. Uji kecocokkan ini meliputi sensitivitas kebijakan (policy sensitivity) dan uji kekakuan (robustness test)

b. Test Konsistensi

Uji model implikasi kebijakan digunakan untuk konsistensi model dengan melihat perubahan kebijakan pada sistem real. Uji Konsistensi adalah uji prediksi perubahan perilaku, kecukupan batasan dan uji perbaikan sistem.

c. Changed Behavioral Prediction Test

Test ini menguji kebenaran prediksi oleh model dan perubahan perilaku dari sistem jika sebuah kebijakan dilakukan.

Test dilakukan dengan perubahan kebijakan pada model dan memeriksa kebenaran perubahan perilaku. Respon model dari perubahan kebijakan dibandingkan dengan respon sistem real terhadap perubahan kebijakan.

d. Boundary adequacy Test

Test ini mencoba membangun kepercayaan kecukupan batasan model dengan referensi implikasi kebijakan. Test ini menguji apabila dilakukan penambahan struktur akan merubah rekomendasi kebijakan yang dicapai pada penggunaan model atau tidak. Jika analisis dilakukan dengan penambahan struktur tidak merubah rekomendasi kebijakan penambahan struktur tidak perlu dibatasi.

e. System improvement test

Uji ini merupakan test terakhir dari sistem dinamik yang mengidentifikasi kebijakan dengan maksud memberikan perbaikan performansi sistem aktual. Test ini menguji kebijakan memberikan keuntungan atau tidak setelah dilakukan terhadap model, ketika diimplementasikan juga memberikan keuntungan pada perilaku sistem aktual atau tidak.

2.2.5 Analisa Output Hasil Simulasi

Model simulasi kejadian diskret memiliki karakteristik yang berbeda dari sebagian besar jenis model yang ada. Hal itu dikarenakan model simulasi kejadian diskret terdiri dari banyak variabel random yang muncul bersamaan dalam suatu *state*

yang membentuk karakteristik suatu mekanisme perubahan sistem yang diamati. Variabel random yang ada pada simulasi sistem kejadian diskret tidak hanya pada probabilitas input yang ada, bahkan hasil *output* simulasinya pun merupakan variabel random, karena memiliki probabilitas dan tidak dapat diestimasi sebagai sesuatu yang pasti

Sebuah pilihan pendekatan, untuk menentukan metode analisis yang tepat dari suatu model simulasi adalah dengan menilai tipe simulasi yang ada. Berkenaan dengan metode analisis, maka simulasi dibedakan menjadi dua jenis yaitu *terminating simulation* dan *non-terminating simulation*. Perbedaan antara kedua jenis tipe tersebut adalah ketergantungannya pada kejelasan untuk menghentikan proses simulasi. Kedua jenis simulasi tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. *Terminating Simulation*

Simulasi *terminating* adalah simulasi yang mempresentasikan sebuah mekanisme kejadian yang memiliki “*initial condition*”, dimana simulasi ini dijalankan pada durasi waktu yang tetap (ditentukan). Kondisi inisial dapat dipahami sebagai sebuah kondisi dimana keadaan sistem akan di *setup* seperti keadaan semula setiap akan melakukan simulasi. Sebagai contoh adalah sebuah sistem yang disimulasikan dimulai pada kondisi awal yang telah ditentukan, dan dihentikan setelah durasi waktu tertentu. Satu simulasi yang dapat dijadikan contoh adalah simulasi pada suatu bank dengan kondisi awal yang selalu 0 pelanggan dan memiliki durasi waktu kerja yang sama tiap harinya

2. *Non terminating Simulation*

Pada simulasi jenis *terminating simulation* berbeda dengan sistem produksi sebuah perusahaan manufaktur. Misalnya diketahui sebuah perusahaan manufaktur yang memiliki kegiatan produksi untuk membuat suatu produk yang dibagi-bagi

kedalam beberapa stasiun kerja yang berurutan sampai selesainya produk tersebut. Meskipun perusahaan tersebut menetapkan bahwa setiap hari memiliki waktu kerja 10 jam dan 5 hari kerja dalam seminggu, akan tetapi sistem diatas termasuk dalam sistem *non-terminating simulation*

Pada kondisi *nonterminating* penghentian simulasi tidak didasarkan pada jam kerja sebagai mana pada sistem antrian, akan tetapi karena sistem pada dasarnya berjalan sepanjang waktu hanya dipotong oleh waktu istirahat tanpa ada inisialisai baru.

2.2.6 Desain Eksperimen

Hal yang penting dalam penggunaan simulasi adalah seorang pemodel dapat membandingkan perancangan sistem alternatif dengan sistem riil - nya. Untuk membandingkan beberapa alternatif rancangan terhadap sistem awalnya membutuhkan beberapa metode statistik. Desain eksperimen adalah suatu rancangan model alternatif yang dibuat dengan tujuan membandingkan model awal yang telah dibuat dengan model alternatif yang akan dibuat. Desain eksperimen merupakan langkah tambahan untuk melakukan percobaan guna mendapatkan ketepatan simulasi.

Dari hasil desain eksperimen ini nantinya akan dipilih model terbaik yang mendekati sistem nyata terlebih dahulu dan dibandingkan dengan model awal. Jika ternyata antara model alternatif yang dibuat dengan model awal tidak terdapat perbedaan hasil maka model terpilih adalah model awal. Jika antara model awal dengan model alternatif ternyata terdapat perbedaan yang cukup signifikan maka akan dipilih model alternatif tersebut.

2.2.6.1 Anova (Analysis Of Varians)

Analisis ragam atau variansi adalah suatu metode untuk menguraikan keragaman total (variansi total) dari data-data yang kita peroleh menjadi komponen - komponen pembentuk keragaman total tersebut sehingga dapat diukur sebagai sumber keragaman (variansi), pengaruh-pengaruh variabel dependen dan kontribusi setiap faktor terhadap total variansi (Sudjana, 1991).

Langkah-langkah perhitungan dalam analisis variansi adalah sebagai berikut :

1. Menentukan hipotesis

H_0 : Menunjukkan tidak adanya perbedaan rata – rata yang signifikan antar perlakuan

H_1 : Menunjukkan adanya perbedaan rata – rata setidaknya salah satu yang signifikan antar perlakuan

2. Menentukan tingkat signifikansi dan statistik uji

3. Mencari F hitung

Tabel 2.2. Perhitungan Nilai F

Sumber Variansi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	F hitung
Perlakuan	$JKK = \frac{\sum_{i=1}^k T_i^2}{n} - \frac{T_{..}^2}{nk}$	$k - 1$	$KTK = \frac{JKK}{k - 1}$	$\frac{KTK}{KTG}$
Error	$JKG = JKT - JKK$	$k (n - 1)$	$KTG = \frac{JKG}{k(n - 1)}$	

Total	JKT = $JKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - \frac{T^2}{nk}$	n.k - 1
-------	--	---------

4. Kesimpulan

Jika F hitung $< F_{\alpha(v_1, v_2)}$, maka H_0 diterima. Begitu juga sebaliknya jika F hitung $> F_{\alpha(v_1, v_2)}$, maka H_0 ditolak

2.2.6.2 Bonferroni Method

Bonferroni Method adalah metode yang digunakan untuk mengetahui skenario terbaik sebuah model alternatif dari sebuah sistem nyata dan mengetahui sejauh mana skenario / alternatif tersebut mempengaruhi model awalnya. Bonferroni bisa dikerjakan jika terdapat lebih dari dua skenario alternatif.

Tahap pemilihan skenario terbaik dari *bonferroni method* menurut Banks, (1996) adalah sebagai berikut :

1. Menentukan besarnya perbedaan yang diinginkan antar skenario (ϵ) dan besarnya derajat kebebasan $t_{\alpha/(K-1), R_0-1}$
2. Membuat replikasi (R_0) dari sistem untuk masing – masing skenario
3. Menghitung rata – rata sampel \hat{Y}_i , $i = 1, 2, \dots, K$, untuk semua skenario, kemudian hitung juga variansinya :

$$S^2_{ij} = \frac{1}{R_0 - 1} \sum_{r=1}^{R_0} (Y_{ri} - Y_{rj} - (\hat{Y}_i - \hat{Y}_j))^2$$

4. Menghitung ukuran sampel

$$R = \max \left\{ R_0, \max \left[\frac{t^2 S_{ij}^2}{\epsilon^2} \right] \right\}$$

5. Membuat $R - R_0$ replikasi pembantu dari sistem i untuk mengoptimalkan data output $Y_{r0+1i}, Y_{r02i}, \dots, Y_{ri}$ untuk $i = 1, 2, \dots, K$
6. Menghitung keseluruhan rata – rata sampel untuk $i = 1, 2, \dots, K$

$$\bar{Y}_i = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^{nR} Y_{ri}$$

7. Memilih sistem yang mempunyai \bar{Y}_i terbesar atau terkecil (sesuai dengan fungsi tujuan) sebagai sistem yang terbaik.

2.2.7 Polusi Udara

Sesuai keputusan menteri kesehatan Republik Indonesia tentang pedoman pengendalian dampak pencemaran udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam udara oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan atau mempengaruhi kesehatan manusia. Pengendalian pencemaran udara adalah upaya pencegahan dan atau upaya penanggulangan pencemaran udara serta pemulihan mutu udara. Pengendalian dampak pencemaran udara adalah upaya promotif, preventif, penyelidikan, pemantauan, pengobatan, dan pemulihan terhadap kesehatan masyarakat yang diakibatkan oleh dampak pencemaran udara. Udara ambien adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di Kota Yogyakarta dengan objek penelitiannya adalah kebijakan yang dikeluarkan oleh pemerintah kota untuk mengurangi peningkatan kadar karbon monoksida (CO).

3.2 Identifikasi Masalah

Penelitian ini bertujuan untuk membahas bagaimana kebijakan pemerintah kota dalam mengurangi peningkatan kadar CO dengan pendekatan system dynamics dengan bantuan software Powersim Studio 2005. Kemudian, model simulasi digunakan untuk menguji hasil implementasi dari solusi analitis yang diperoleh sehingga tidak perlu diimplementasikan secara langsung pada sistem nyata dan nantinya akan dilakukan desain eksperimen dan dipilih yang terbaik dengan metode bonferroni sebagai rekomendasi ke perusahaan. Penelitian dilakukan dengan pengambilan data instansi pemerintahan Kota Yogyakarta.

3.3 Metode Pengumpulan Data

3.3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara :

1. Wawancara, yaitu pengumpulan data dengan melakukan tanya jawab langsung tentang masalah yang terkait dengan penelitian kepada sejumlah instansi pemerintahan terkait.

2. Studi Kepustakaan, yaitu penelitian yang dilakukan untuk memperoleh data dan informasi yang akan digunakan sebagai referensi sebagai landasan teori, sistematika penulisan, dan kerangka berfikir alamiah yang diambil dari literatur serta laporan - laporan sebelumnya yang mendukung terhadap penelitian yang dilakukan.

3.3.2 Data Yang Dibutuhkan

Data-data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data dalam penelitian ini diperoleh dari data eksternal yaitu berdasarkan sumber lain seperti hasil penelitian sebelumnya, jurnal dan referensi lain yang digunakan untuk mendapatkan dan menggali teori - teori yang dapat mendukung pemecahan masalah dalam penelitian. Data - data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- a. Data Jumlah Populasi Penduduk

Data ini menunjukkan jumlah penduduk Kota Yogyakarta.

- b. Data Penduduk Kota yang terinfeksi CO

Data merupakan banyaknya orang yang terinfeksi CO

- c. Data Pabrik

Data yang menunjukkan jumlah pabrik dan CO yang dikeluarkan.

- d. Data RTH

Data RTH adalah data yang menunjukkan jumlah dan pengurangan CO oleh Ruang Terbuka Hijau.

3.4 Pengolahan Data

3.4.1 Perancangan Model Konseptual

Model konseptual dibangun oleh komponen atau variabel yang mempengaruhi perilaku sistem. Komponen atau variabel tersebut ditunjukkan oleh jenis data yang dibutuhkan. Dalam pembangunan model, masih dimungkinkan adanya penambahan jenis data selain yang disebutkan di atas. Model dalam kasus ini akan dibangun menggunakan bantuan *software* Powersim Studio 2005.

3.4.2 Validasi

Validasi model diperlukan untuk memastikan bahwa model telah berperilaku seperti sistem nyata. Apabila model belum diyakini berperilaku sama dengan sistem nyata, maka langkah selanjutnya tidak akan bisa dilakukan. Dalam hal ini validasi dilakukan dengan membandingkan output model dengan output sistem nyata.

3.4.3 Desain Eksperimen

Desain eksperimen adalah suatu analisis alternatif himpunan variabel - variabel sistem dengan metode simulasi untuk mendapatkan alternatif yang memenuhi keinginan pemodel.

Menurut Jerry Banks (Banks, 1996), "*A class of linear statistical models for comparison and evaluation of a larger number of alternative sistem designs, known as experimental design models*".

Pada penelitian ini, desain eksperimen ini akan berusaha menunjukkan suatu analisis kebijakan dalam mengurangi *lost opportunity* dan penentuan jumlah oplah yang sesuai dengan keinginan Manajer Sirkulasi yaitu dengan retur yang sedikit. Kemudian akan dipilih desain eksperimen terbaik dengan menggunakan metode *bonferroni* dengan fungsi tujuan minimasi *lost opportunity*. Selanjutnya desain eksperimen terbaik akan dijadikan acuan operasional perusahaan ke depan.

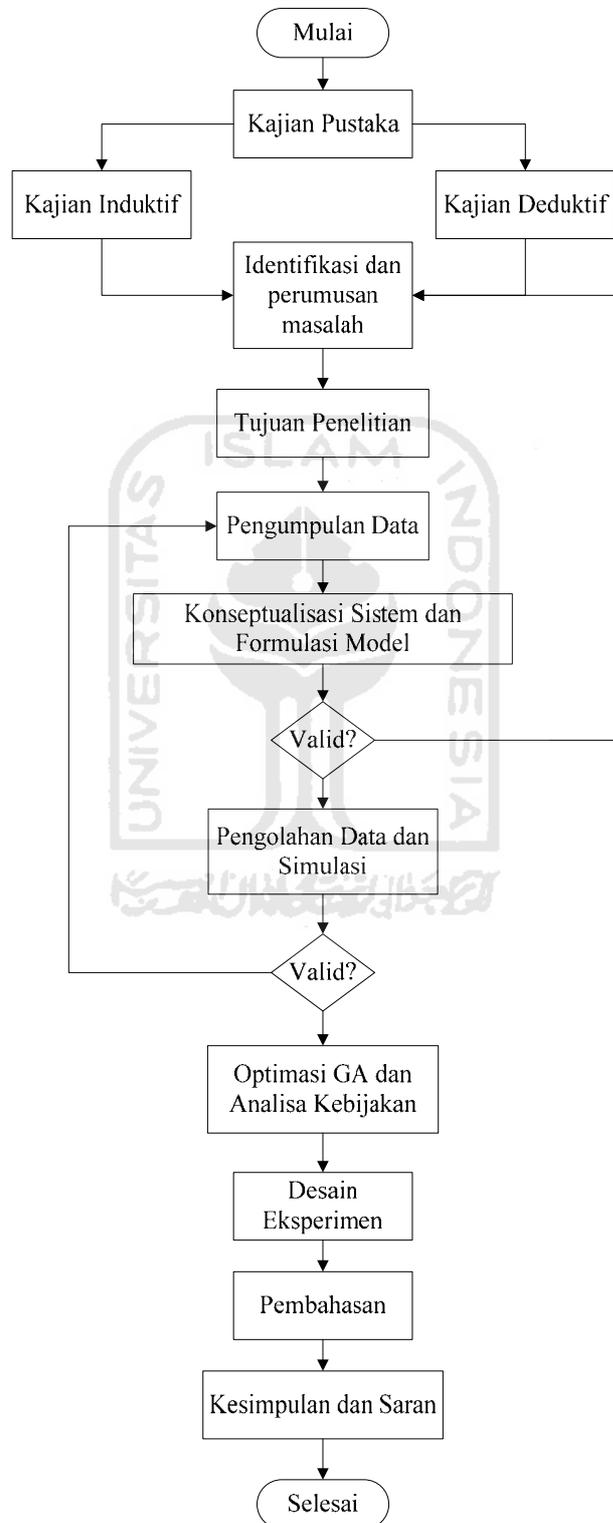
3.4.4 Rekomendasi dan Saran

Tahap desain eksperimen telah menghasilkan gambaran strategi yang mendekati keinginan pengambil kebijakan. Selanjutnya diperlukan suatu penerapan strategi tersebut ke dalam sistem nyata sehingga harapan yang telah ditunjukkan simulasi pada model dapat terwujud dalam sistem nyata.



3.5 Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini dilakukan dengan mengikuti bagan alir sebagai berikut :



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

Adapun penjelasan dari langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kajian Pustaka

Kajian pustaka atau kajian literatur yang ditulis dalam proposal ini adalah hasil kajian singkat dan yang penting saja untuk memberikan pengertian terhadap maksud ditulis dan diajukannya proposal penelitian. Isi dari kajian pustaka ini adalah sejarah perkembangan penelitian yang berhubungan dengan ruang lingkup dan topik kajian serta teori-teori dasar yang menjadi landasan berfikir menyusun proposal penelitian.

2. Kajian Induktif

Pada kajian ini diperoleh dari jurnal, proseding, seminar, majalah dan sebagainya. Pada kajian ini juga dilakukan pengembangan pada penelitian yang dilakukan peneliti sebelumnya. Dapat diketahui perkembangan penelitian, batas-batas dan kekurangan penelitian terdahulu.

3. Kajian Deduktif

Kajian deduktif membangun konseptual yang mana fenomena-fenomena atau parameter-parameter yang relevan disistematika. Kajian ini merupakan kajian pustaka yang dipakai sebagai acuan untuk memecahkan masalah penelitian.

4. Identifikasi dan Perumusan masalah (Problem definition)

Didasarkan pada tinjauan pustaka, pencarian referensi (*reference model*) dan data-data yang diperlukan. Pada tahap ini dilakukan identifikasi variabel variabel untuk merumuskan masalah yang diungkapkan di latar belakang masalah. Dalam proses ini juga ditentukan batasan masalah agar penelitian lebih terfokus. Identifikasi diperlukan agar tujuan penelitian, latar belakang masalah, dan judul penelitian saling berkaitan.

5. Pengumpulan Data

5.1. Pabrik.

1. Data jumlah pabrik (BPS, Yogyakarta).
2. Data emisi Pabrik (BLH, Kota Yogyakarta).

5.2. Polusi CO.

Data Polusi CO di daerah Kota Yogyakarta (BLH, Kota Yogyakarta).

5.3. RTH.

1. Data jumlah pohon berdasarkan jenisnya (BLH, Kota Yogyakarta).
2. Data pohon berdasarkan kemampuan pengurangan CO (BLH, Kota Yogyakarta).

5.4. Penyakit.

Jumlah penderita sakit CO (P2PL DinKes, Yogyakarta).

6. Konseptualisasi sistem (System conceptualization) dan Formulasi model (*Model formulation*)

Diwujudkan dalam pembentukan struktur model yang memuat berbagai faktor yang saling berinteraksi (keterkaitan variabel) dalam bentuk lingkaran hubungan sebab akibat.

7. Simulasi dan Perilaku model (Model behavior)

Pada tahap ini *causal loop* diubah menjadi diagram alir (*flow diagram*) yang berisi aliran materi dan aliran informasi yang dimodelkan dengan software Powersim Studi 2005 serta dengan memperhatikan perilaku model, merupakan usaha untuk memahami perilaku sistem yang diakibatkan oleh

asumsi-asumsi dalam model, sehingga dapat menjadi dasar penyempurnaan model.

8. Evaluasi model (Model evaluation)

Hasil pendekatan sistem dinamis pada point empat di atas, perlu diuji kesahihan (validasi) model serta mendapatkan pemahaman terhadap tendensi-tendensi internal sistem terhadap perilaku historis. Jika terdapat ketidaksesuaian, maka dilakukan evaluasi baik terhadap struktur maupun parameter model sesuai dengan tujuan-tujuan yang ingin dicapai, agar dapat dimengerti dengan baik.

9. Optimasi dan Analisis kebijakan (Policy analysis)

Optimasi menggunakan Genetic Algorithm untuk mendapatkan skenario terbaik dan analisis kebijakan dilakukan dengan cara memasukkan variabel-variabel intervensi kebijakan, yaitu dengan menguji sensitivitas parameter yang dilakukan dengan mengubah parameternya dengan model dasar untuk dilihat pengaruhnya terhadap perubahan perilaku model. Perubahan parameter harus dilakukan secara seksama, dan diupayakan tetap berada pada batas yang masih mungkin dapat dicapai (*achievable bounds*).

10. Penggunaan model (Model use)

Melalui hasil analisis kebijakan melalui simulasi komputer, akan digunakan untuk menentukan kebijakan yang relatif efektif diantara berbagai alternatif dengan menerapkan pandangan yang ada pada model terhadap permasalahan di dunia nyata, sehingga diharapkan orang dapat melakukan aktivitasnya dengan lebih baik di masa yang akan datang. Model sistem dinamis akan menggunakan alat bantu software Powersim Enterprise Studio 2005 untuk melacak kebijakan - kebijakan yang dapat memberikan efek

perubahan perilaku sistem nyata sesuai dengan yang diinginkan (memperbaiki perilaku sistem yang tidak diinginkan atau mewujudkan perilaku sistem yang diinginkan).

11. Desain eksperimen

Desain eksperimen diperlukan untuk mengamati perilaku sistem yang ditunjukkan melalui perilaku model ketika dikenai perlakuan yang berbeda. Tentu saja, perlakuan yang dikenakan terhadap model adalah perlakuan yang rasional atau bisa diterapkan pada sistem nyatanya.

12. Pembahasan

Model awal dan desain eksperimen yang dibuat memiliki hasil dan karakteristik yang berbeda dan masing-masing memiliki konsekuensi tertentu. Hal-hal itulah yang diamati pada tahap ini.

13. Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir dari suatu penelitian adalah berupa penarikan kesimpulan. Penarikan kesimpulan ini sangat berguna dalam merangkum hasil akhir dari suatu penelitian. Bagian ini juga dilengkapi dengan beberapa sumbang saran untuk menyempurnakan hasil penelitian.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Kota Yogyakarta

Keberadaan Kota Yogyakarta tidak bisa lepas dari keberadaan Kasultanan Yogyakarta. Pangeran Mangkubumi yang memperjuangkan kedaulatan Kerajaan Mataram dari pengaruh Belanda, merupakan adik dari Sunan Paku Buwana II. Setelah melalui perjuangan yang panjang, pada 13 Februari 1755, Pangeran Mangkubumi yang telah bergelar Susuhunan Kabanaran menandatangani Perjanjian Giyanti atau sering disebut dengan Palihan Nagari . Palihan Nagari inilah yang menjadi titik awal keberadaan Kasultanan Yogyakarta. Pada saat itulah Susuhunan Kabanaran kemudian bergelar Sri Sultan Hamengku Buwana Senopati Ing Ngalaga Abdurrahman Sayidin Panatagama Kalifatullah Inkgang Jumeneng Kaping I. Setelah Perjanjian Giyanti ini, Sri Sultan Hamengku Buwana mesanggrah di Ambarketawang sambil menunggu pembangunan fisik kraton.

Sebulan setelah ditandatanganinya Perjanjian Giyanti tepatnya 13 Maret 1755, Sultan Hamengku Buwana I memproklamkan berdirinya Kasultanan Ngayogyakarta Hadiningrat dengan ibukota Ngayogyakarta dan memiliki separuh dari wilayah Kerajaan Mataram. Proklamasi ini terjadi di Pesanggrahan Ambarketawang dan dikenal dengan peristiwa Hadeging Nagari Dalem Kasultanan Mataram – Ngayogyakarta.

Kota Yogyakarta terletak antara 110°24'19"-110°28'53" Bujur Timur dan antara 07°49'26"-07°15'24" Lintang Selatan, dengan luas sekitar 32,5 Km² atau 1,02%

dari luas wilayah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Jarak terjauh dari Utara ke Selatan kurang lebih 7,5 Km dan dari Barat ke Timur kurang lebih 5,6 Km.

Secara administratif Kota Yogyakarta terdiri dari 14 kecamatan dan 45 kelurahan dengan batas wilayah: sebelah utara adalah Kabupaten Sleman, sebelah timur adalah Kabupaten Bantul dan Sleman, sebelah selatan adalah Kabupaten Bantul, dan sebelah barat adalah Kabupaten Bantul dan Sleman.

Pemerintah daerah adalah Kepala Daerah beserta perangkat daerah lainnya sebagai Badan Eksekutif Daerah. Pemerintah Kota Yogyakarta dipimpin oleh seorang Walikota sebagai kepala eksekutif yang dibantu oleh seorang Wakil Walikota. Dewan Perwakilan Rakyat Daerah (DPRD) adalah Badan Legislatif Daerah. DPRD Kota Yogyakarta masa bhakti 2009-2014 terdiri dari 40 orang anggota berasal dari 5 fraksi.

Berdasarkan hasil Sensus Penduduk 2000, penduduk Kota Yogyakarta berjumlah 397.398 orang yang terdiri dari 194.530 orang (48,95 persen) laki-laki dan 202.868 orang (51,05 persen) perempuan. Jumlah penduduk berdasarkan hasil SUPAS tahun 2005 sebanyak 435.236 orang. Dengan demikian rata-rata pertumbuhan penduduk periode tahun 2000-2005 sebesar 1,9 persen. Berdasarkan hasil proyeksi Sensus Penduduk 2000 jumlah penduduk tahun 2009 tercatat 462.752 orang. Komposisi penduduk berdasarkan jenis kelamin adalah 48,86 persen laki-laki dan 51,14 persen perempuan. Secara keseluruhan jumlah penduduk perempuan lebih tinggi dibandingkan dengan penduduk laki-laki seperti tampak dari rasio jenis kelamin penduduk yang lebih kecil dari 100. Dengan luas wilayah 32,50 km², kepadatan penduduk Kota Yogyakarta 14.239 jiwa per km².

Ketersediaan sarana kesehatan dan tenaga kesehatan sangat penting untuk meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan kepada masyarakat. Pada tahun 2009 jumlah dokter praktek di Kota Yogyakarta mengalami kenaikan dibandingkan tahun

sebelumnya, yaitu dari 1.151 orang pada tahun 2008 menjadi 1.244 orang pada tahun 2009. Jumlah apotek adalah 123. Untuk menekan pertumbuhan penduduk pemerintah mencanangkan program Keluarga Berencana (KB). Respon masyarakat terhadap program tersebut cukup positif. Hal ini terlihat dari tingginya jumlah penduduk yang aktif menjadi akseptor. Pada tahun 2009 jumlah akseptor tercatat 34.881 orang atau 71,87 persen dari pasangan usia subur (PUS) yang terdapat di Kota Yogyakarta. Alat kontrasepsi yang banyak digunakan adalah STK (33,15 persen).

Informasi mengenai industri kecil diperoleh dari Dinas Perekonomian Kota Yogyakarta. Pada tahun 2009 jumlah industri kecil tercatat 6.224 unit dengan jumlah tenaga kerja 33.150 orang dan nilai investasi sebesar Rp. 160.293 juta. Dibandingkan dengan tahun 2008 jumlah usahanya mengalami kenaikan 4,61 persen. Jumlah tenaga kerja yang terserap naik 4,91 persen dan nilai investasinya naik 3,26 persen. Industri kecil yang paling banyak adalah industri pengolahan hasil pertanian dan kehutanan.

Industri besar adalah industri dengan jumlah tenaga kerja 100 orang atau lebih dan industri sedang adalah industri dengan jumlah tenaga kerja antara 20-99 orang. Perusahaan industri besar dan sedang di Kota Yogyakarta pada tahun 2009 sebanyak 101 perusahaan dengan 6.504 tenaga kerja. Dibandingkan dengan tahun 2008 jumlah perusahaan industri besar dan sedang mengalami penurunan sebesar 20,13 persen.

4.1.2 Data Pabrik

Adapun data pabrik dan emisi menurut data dari Dinas Perindustrian Perdagangan Koperasi dan UKM Pemerintahan Kota Yogyakarta dan Balai Lingkungan Hidup (BLH) Kota Yogyakarta adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Pabrik di Kota Yogyakarta

Tahun	Jenis Industri					Jumlah Total
	Pangan	Sandang dan Kulit	Kimia dan Bahan Bangunan	Logam dan Elektronika	Kerajinan	
	(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)	
2005	1066	587	370	266	519	2808
2006	1022	521	372	281	503	2699
2007	1056	533	408	318	607	2922
2008	1135	583	424	352	629	3123
2009	1257	510	427	372	694	3260
2010	1374	664	434	375	714	3561
Jumlah	6910	3398	2435	1964	3666	18373

Tabel 4.2 Data Emisi CO oleh Pabrik di Kota Yogyakarta

No	Nama Industri	Emisi CO (ppm)
1	CV Karya Hidup Sentosa	0.00139
2	PT Jogjatex	0.003
3	PT Jogjatronik Anindo Jaya	0.00036
4	PT Sinar Obor	0.00378
5	PD Taru Martani	0.0069
6	PT Astra Internasional Tbk	0.00085
7	PT Budi Makmur Jayamurni	0.002444
8	PT Sari Husada	0.00613333

4.1.3 Data Penyakit

Berikut data penderita penyakit saluran pernafasan selama sepuluh tahun berdasarkan P2PL Dinas Kesehatan Pemerintah Kota Yogyakarta:

Tabel 4.3 Data Penderita Penyakit Saluran Pernafasan

Tahun	Gejala				Jumlah Penderita
	Batuk Pneumonia	Batuk Bukan Pneumonia	Batuk Pneumonia	Batuk Bukan Pneumonia	
	Usia < 5 Tahun		Usia > 5 Tahun		
2001	516	31596	186	77517	109815
2002	743	35222	271	80174	116410
2003	564	33514	161	84758	118997
2004	1017	32811	244	80250	114322
2005	844	31592	152	84803	117391
2006	547	34716	236	73305	108804
2007	248	37319	139	75446	113152
2008	375	39420	218	83699	123712
2009	727	30437	200	89289	120653
2010	1048	32190	275	82503	116016

4.1.4 Data Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Dalam hal ini data-data yang disajikan adalah data tiga jenis tanaman RTH dan kemampuan pengurangan CO.

Tabel 4.4 Jenis Perdu

No.	Jenis Tanaman	Pengurangan Rata-Rata CO (ppm)
1	Iriansis	0.4474
2	Kacapiring	0.422
3	Saliara/Lantana	0.4129
4	Dawolong	0.4092
5	Nusa Indah Merah	0.3992
6	Harendong	0.3893
7	Oleander	0.3874
8	Wilkesiana Merah	0.3653
9	Bambu Pringgodani	0.3325
10	Pecah Beling	0.3317
11	Sadagori	0.3316
12	Walisongo	0.331
13	Lolipop Merah	0.3102
14	Anak Nakal	0.3092
15	The-Tehan	0.2728
16	Puring	0.2702
17	Azalea	0.2554
18	Kembang Sepatu	0.229
19	Bambu Jepang	0.2067

Tabel 4.5 Jenis Pohon

No.	Jenis Tanaman	Pengurangan Rata-Rata CO (ppm)
1	Ganitri	0.5937
2	Bungur	0.5546

Lanjutan Tabel 4.5 Jenis Pohon

3	Kecerutan	0.543
4	Salam	0.5301
5	Cempaka	0.5186
6	Tanjung	0.5031
7	Kupu-Kupu	0.4878
8	Kembang Merak	0.4795
9	Pohon Saputangan	0.4786
10	Kenari	0.3814
11	Ketapang	0.3399
12	Anting-Anting	0.3174
13	Huni	0.3157
14	Mahoni	0.296
15	Galinggem	0.2815
16	Kayu Manis	0.2746
17	Damar	0.2605
18	Felicism	0.2348
19	Asam Kranji	0.2301
20	Angsana	0.1842
21	Glodokan	0.1733

Tabel 4.6 Jenis Semak

No.	Jenis Tanaman	Pengurangan Rata-Rata CO (ppm)
1	Philodendron	0.4358
2	Graphis Merah	0.4237
3	Myana	0.3677
4	Maranta	0.3475
5	Pentas	0.3463
6	Mutiara	0.3337
7	Babayeman Merah	0.3257
8	Gelang	0.3245
9	Plumbago	0.2857
10	Rumput Gajah	0.2779
11	Kriminil Hijau	0.2338
12	Taiwan Beauty	0.2302
13	Paku-Pakuan	0.2291
14	Es Lilin Hijau	0.2259
15	Kingkip	0.2206
16	Pacing	0.1925
17	Kriminil Merah	0.1661

Tabel 4.7 Data Jumlah RTH

Tahun	Jenis Kelompok Tanaman		
	Perdu (batang)	Pohon (batang)	Semak (batang)
2001	3599	5340	1699
2002	3617	5366	1707
2003	3635	5393	1716
2004	3653	5421	1724
2005	3672	5448	1733
2006	3690	5475	1742
2007	3709	5503	1750
2008	3727	5530	1759
2009	3746	5558	1768
2010	3765	5586	1777

4.1.5 Data Polusi Udara CO

Data polusi udara diambil disemua titik diKota Yogyakarta kemudian dilakukan rata-rata. Berikut data ambient udara CO:

Tabel 4.8 Data Ambien CO

Tahun	Udara Ambien CO di Wilayah Kota Yogyakarta
	(ppm)
2001	8.821
2002	11.263
2003	13.128

Lanjutan Tabel 4.8 Data Ambien CO

2004	15.545
2005	23.789
2006	20.569
2007	17.56
2008	28.315
2009	9.021
2010	65.897

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Pengukuran Variabel-variabel

4.2.1.1 Pengolahan Data Pabrik

Data jumlah pabrik diolah untuk mencari rata-rata kenaikan serta penurunannya serta rata-rata emisi CO pabrik.

Tabel 4.9 Pengolahan Data Pabrik Pangan dan Tembakau

Tahun	Jumlah Pabrik Pangan dan Tembakau	Peningkatan	Penurunan
2005	1066	-	-
2006	1022	-0.0430528	0.0412758
2007	1056	0.03219697	-0.033268
2008	1135	0.06960352	-0.074811
2009	1257	0.09705648	-0.107489
2010	1374	0.08515284	-0.093079
Rata-rata		0.0481914	-0.053474

Tabel 4.10 Pengolahan Data Pabrik Sandang dan Kulit

Tahun	Jumlah Pabrik Sandang dan Kulit	Peningkatan	Penurunan
2005	587	-	-
2006	521	-0.1266795	0.1124361
2007	533	0.02251407	-0.023033
2008	583	0.08576329	-0.093809
2009	510	-0.1431373	0.1252144
2010	664	0.23192771	-0.301961
Rata-rata		0.01407767	-0.03623

Tabel 4.11 Pengolahan Data Pabrik Logam dan Elektronika

Tahun	Jumlah Pabrik Logam dan Elektronika	Peningkatan	Penurunan
2005	106	-	-
2006	93	0.05338078	-0.056391
2007	98	0.1163522	-0.131673
2008	99	0.09659091	-0.106918
2009	101	0.05376344	-0.056818
2010	120	0.008	-0.008065
Rata-rata		0.06561747	-0.071973

Tabel 4.12 Pengolahan Data Emisi Pabrik

No	Golongan Industri	Nama Pabrik	Emisi CO (ppm)	Rata-rata
1	Pangan dan Tembakau	PT Sari Husada	0.00613333	0.006516665
		PD Taru Martani	0.0069	
2	Sandang dan Kulit	PT Jogjatex	0.003	0.003074667
		PT Sinar Obor	0.00378	
		PT Budi Makmur Jayamurni	0.002444	
3	Logam dan Elektronika	CV Karya Hidup Sentosa	0.00139	0.00139

4.2.1.2 Pengolahan Data RTH

Data ruang terbuka hijau (RTH) diolah untuk mencari kenaikan jumlah ruang terbuka hijau kelompok perdu, semak, maupun pohon.

Tabel 4.13 Pengolahan Data Ruang Terbuka Hijau

Tahun	Kelompok Perdu (batang)	Selisih Kenaikan		Kelompok Pohon (batang)	Selisih Kenaikan		Kelompok Semak (batang)	Selisih Kenaikan	
		(btg)	%		(btg)	%		(btg)	%
2001	3599	-	-	5340	-	-	1699	-	-
2002	3617	18	0.50013	5366	26	0.486891386	1707	8	0.470865215
2003	3635	18	0.49764	5393	27	0.503168095	1716	9	0.527240773
2004	3653	18	0.49518	5421	28	0.519191545	1724	8	0.466200466
2005	3672	19	0.52012	5448	27	0.498063088	1733	9	0.522041763
2006	3690	18	0.49019	5475	27	0.495594714	1742	9	0.519330641
2007	3709	19	0.51490	5503	28	0.511415525	1750	8	0.45924225
2008	3727	18	0.48530	5530	27	0.490641468	1759	9	0.514285714
2009	3746	19	0.50979	5558	28	0.506329114	1768	9	0.511654349
2010	3765	19	0.50720	5586	28	0.503778338	1777	9	0.509049774
		Rata-rata	0.50227815		Rata-rata	0.501674808		rata-rata	0.499990105

4.2.1.3 Asumsi-asumsi

Selain data yang diperoleh langsung dari pengumpulan data maupun dari data olahan, terdapat beberapa data yang bersifat asumsi. Data-data tersebut adalah:

1. Ratusan pabrik berskala sedang maupun besar tidak seluruhnya melaporkan maupun dilakukan uji emisi karbon monoksida sehingga dalam penelitian ini diasumsikan emisi CO 6 pabrik tersebut dalam data emisi CO pabrik diatas mewakili seluruh pabrik sesuai golongan industri pabrik kota Yogyakarta.
2. Penanganan emisi pabrik yang dilakukan oleh seluruh pabrik di kota Yogyakarta diasumsikan mampu menurunkan maksimal 10%.

3. Angin, curah hujan, kelembaban udara dan keadaan lingkungan yang tidak menentu sehingga peneliti bersama narasumber mengasumsikan peningkatan CO karena lingkungan mampu meningkatkan maksimal 100%.
4. Karena keterbatasan data dari tiap puskesmas di kota Yogyakarta, maka peneliti berdasar nara sumber (Ibu Uswatun, P2PL DinKes kota Yogyakarta) mengasumsikan penanganan penyembuhan orang terinfeksi penyakit saluran pernafasan adalah antara range 100 hingga 300 orang sembuh tiap tahun dimana durasi penyembuhan 2 tahun.

4.2.2 Pembangunan Model

4.2.2.1 Causal Loop Model Awal

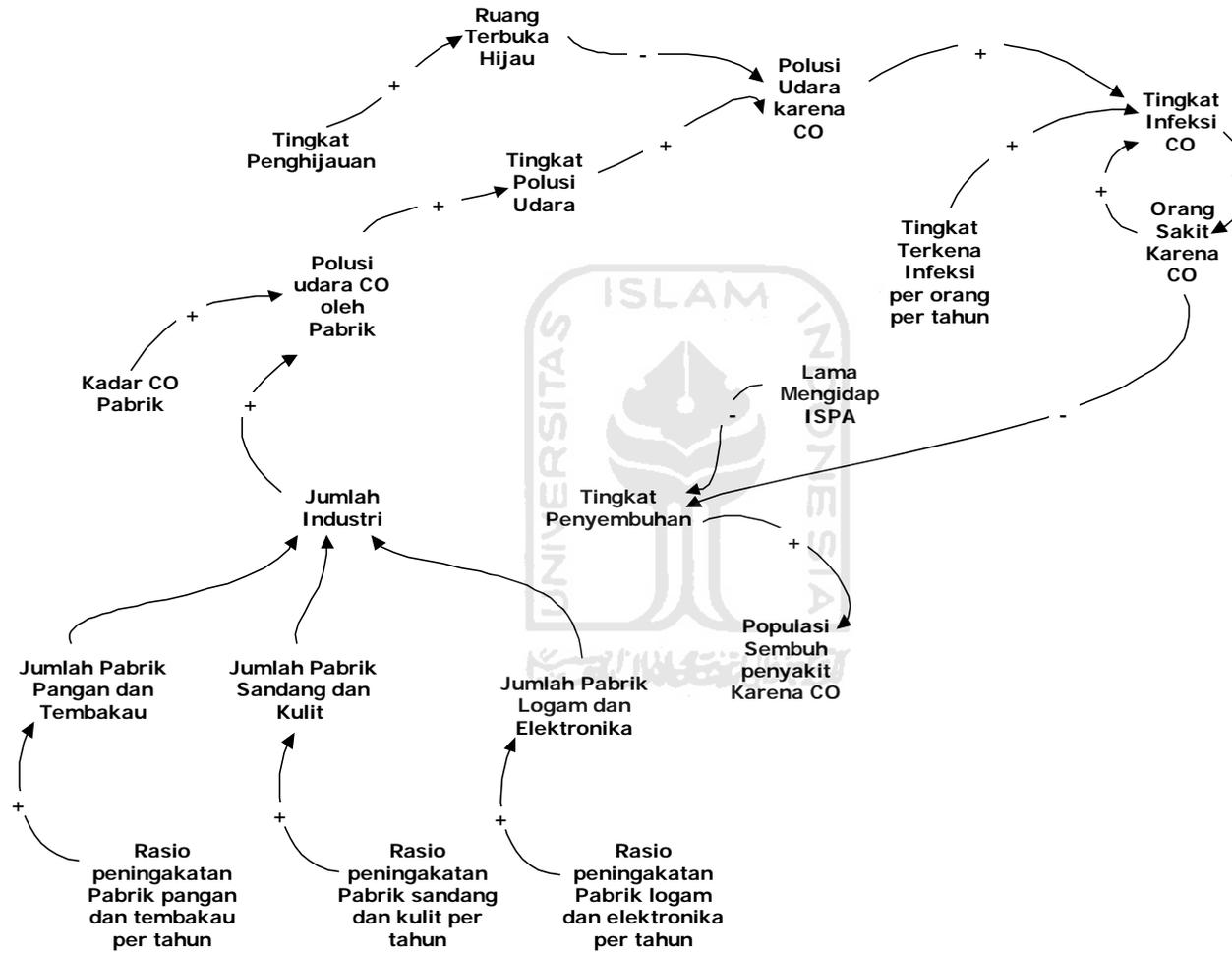
Pola dasar hubungan antar komponen dalam sistem yang diamati dijelaskan dalam bentuk *causal loop*. Pembuatan model ini berdasarkan wawancara kepada Kepala bagian Penelitian dan Sektor industri Balai Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta.

Pada *causal loop* ini menunjukkan bahwa populasi orang di Yogyakarta yang dipengaruhi oleh kelahiran, kematian, penduduk dating, dan penduduk pergi. Untuk kelahiran dan penduduk dating menunjukkan loop positif sedangkan untuk penduduk pergi dan kematian menunjukkan hubungan negatif. Hubungan positif juga ditunjukkan antara populasi dengan pabrik, semakin banyak pabrik semakin banyak kebutuhan akan populasi. Dan semakin banyak jumlah pabrik akan menambah polusi CO (*loop* positif) berdasar kadar emisi CO tiap pabrik sehingga menambah polusi udara karena CO. Tingkat infeksi karena CO mempunyai hubungan positif dari polusi udara karena CO dan populasi sehingga menghasilkan bertambahnya orang yang menderita karena CO dan meningkatkan jumlah kematian yang berhubungan positif

dengan populasi. Adapun tingkat penyembuhan orang menderita Sakit karena CO yang mempunyai hubungan negatif.

Dari situ kita dapat melihat hubungan antara jumlah pabrik, populasi, dan polusi udara karena CO. Sehingga dengan pembangunan model ini dapat ditentukan kebijakan jumlah pabrik dan kadar CO maksimal, untuk meminimalkan orang sakit karena CO di Kota Yogyakarta. Alternatif kebijakan yang dapat dipilih adalah mengoptimalkan RTH, penanganan CO pabrik, dan tingkat penyembuhan orang sakit CO. Perumusan kondisi di atas menghasilkan *causal loop* model awal seperti gambar berikut :



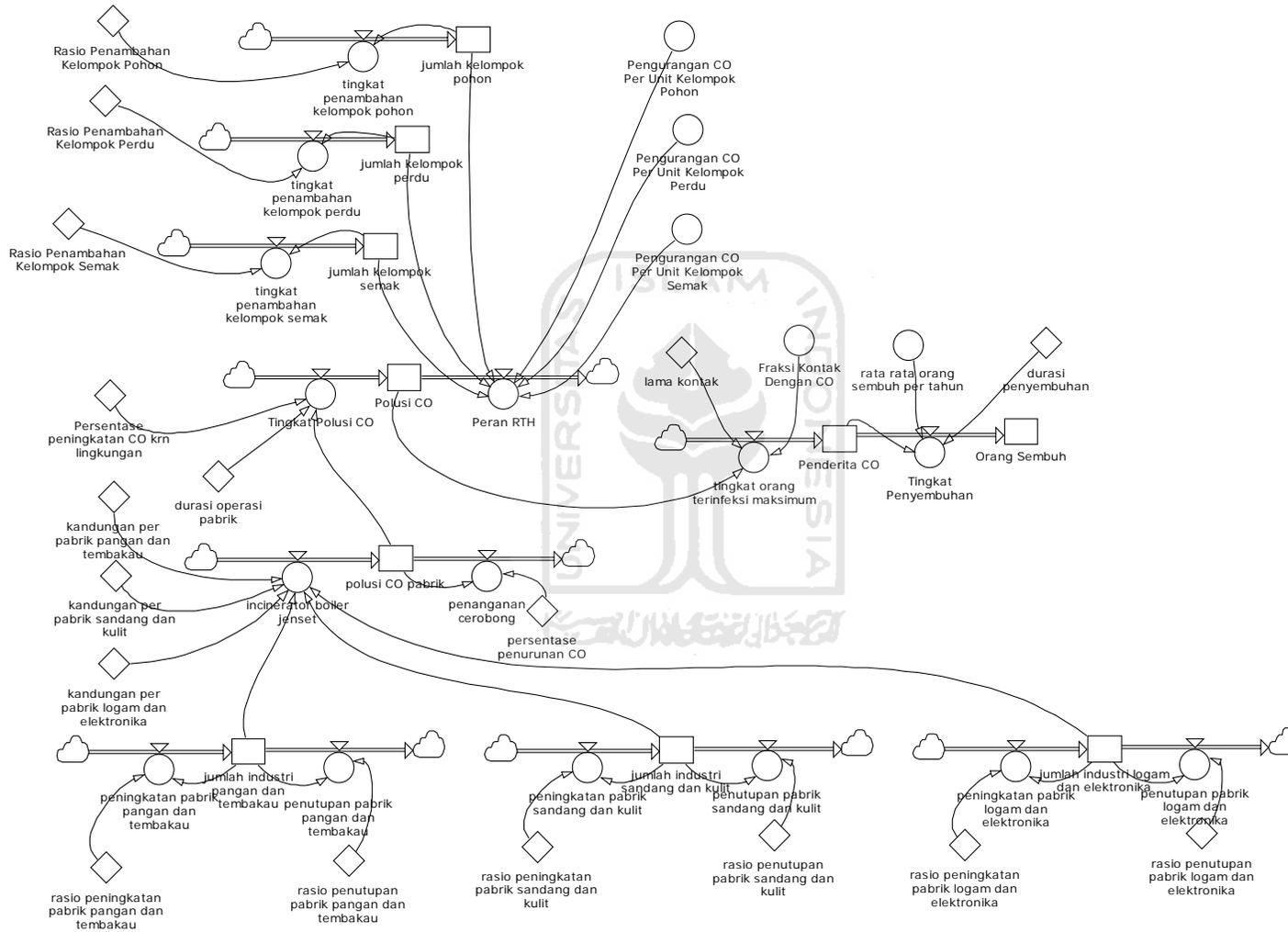


Gambar 4.1 Causal Loop Model Awal

4.2.2.2 Pemodelan dengan Powersim

Berdasar *causal loop* di atas selanjutnya diubah menjadi model matematis dengan memasukkan variabel - variabel hasil pengolahan data. Model yang dihasilkan memiliki lebih banyak komponen dari *causal loop*, karena tiap komponen dari *causal loop* bisa memiliki beberapa paramater ketika harus di ubah ke dalam bentuk model matematis. Sehingga model yang dihasilkan adalah sebagai berikut :





Gambar 4.2 Flow Diagram Model Awal

Berikut adalah penulisan program atau rumus matematis ke dalam model untuk setiap komponennya :

Tabel 4.14 Rumus Matematis Flow Diagram

No	Komponen	Rumus	Satuan
1	Rasio Peningkatan Pabrik Pangan dan Tembakau	4.819139569	%/yr
2	Rasio Peningkatan Pabrik Sandang dan Kulit	1.407767159	%/yr
3	Rasio Peningkatan Pabrik Logam dan Elektronika	6.561746683	%/yr
4	Rasio Penutupan Pabrik Pangan dan Tembakau	0	%/yr
5	Rasio Penutupan Pabrik Pabrik Sandang dan Kulit	0	%/yr
6	Rasio Penutupan Pabrik Pabrik Logam dan Elektronika	0	%/yr
7	Peningkatan Pabrik Pangan dan Tembakau	'jumlah industri pangan dan tembakau'*rasio peningkatan pabrik pangan dan tembakau'	pabrik/yr

Lanjutan Tabel 4.14 Rumus Matematis Flow Diagram

8	Peningkatan Pabrik Sandang dan Kulit	'jumlah industri sandang dan kulit'*'rasio peningkatan pabrik sandang dan kulit'	pabrik/yr
9	Peningkatan Pabrik Pabrik Logam dan Elektronika	'jumlah industri logam dan elektronika'*'rasio peningkatan pabrik logam dan elektronika'	pabrik/yr
10	Penurunan Pabrik Pangan dan Tembakau	'jumlah industri pangan dan tembakau'*'rasio penutupan pabrik pangan dan tembakau'	pabrik/yr
11	Penurunan Pabrik Sandang dan Kulit	'jumlah industri sandang dan kulit'*'rasio penutupan pabrik sandang dan kulit'	pabrik/yr
12	Penurunan Pabrik Logam dan Elektronika	'jumlah industri logam dan elektronika'*'rasio penutupan pabrik logam dan elektronika'	pabrik/yr
13	Jumlah Industri Pangan dan Tembakau	1374	pabrik
14	Jumlah Industri Sandang dan Kulit	664	pabrik
15	Jumlah Industri Logam dan Elektronika	375	pabrik
16	Kandungan per Pabrik Pangan dan Tembakau	0.006516665	ppm/pabrik/ yr
17	Kandungan per Pabrik Sandang dan Kulit	0.003074667	ppm/pabrik/ yr

Lanjutan Tabel 4.14 Rumus Matematis Flow Diagram

18	Kandungan per Pabrik Logam dan Elektronika	0.00139	ppm/pabrik/ yr
19	Incinerator Boiler Jense	'jumlah industri'*'kandungan per pabrik'	ppm/yr
20	Persentase Penurunan CO	RANDOM(0,10)*1	%/yr
21	Penanganan Cerobong	polusi udara CO pabrik'*'persentase penurunan CO'	ppm/yr
22	Polusi CO Pabrik	0.37285992	ppm
23	Persentase Peningkatan CO krn Lingkungan	RANDOM(0,100)*1	%/yr
24	Durasi Operasi Pabrik	1	yr
25	Tingkat Polusi CO	('polusi CO pabrik'/'durasi operasi pabrik')+('polusi CO pabrik'*'Persentase peningkatan CO krn lingkungan')	ppm/yr
26	Polusi CO	65.897	ppm
27	Rasio Penambahan Kelompok Pohon	0.5	%/yr
28	Rasio Penambahan Kelompok Perdu	0.5	%/yr
29	Rasio Penambahan Kelompok Semak	0.5	%/yr
30	Tingkat Penambahan Kelompok Pohon	jumlah kelompok pohon'*'Rasio Penambahan Kelompok Pohon'	pohon/yr

Lanjutan Tabel 4.14 Rumus Matematis Flow Diagram

31	Tingkat Penambahan Kelompok Perdu	'jumlah kelompok perdu'*'Rasio Penambahan Kelompok Perdu'	pohon/yr
32	Tingkat Penambahan Kelompok Semak	jumlah kelompok semak'*'Rasio Penambahan Kelompok Semak'	pohon/yr
33	Jumlah Kelompok Pohon	5586	pohon
34	Jumlah Kelompok Perdu	3765	pohon
35	Jumlah Kelompok Semak	1777	pohon
36	Pengurangan CO per Unit Kelompok Pohon	NORMAL(0.38, 0.132)* 1	ppm/pohon/ yr
37	Pengurangan CO per Unit Kelompok Perdu		ppm/pohon/ yr
38	Pengurangan CO per Unit Kelompok Semak		ppm/pohon/ yr
39	Peran RTH	('jumlah kelompok perdu'*'Pengurangan CO Per Unit Kelompok Perdu')+('jumlah kelompok pohon'*'Pengurangan CO Per Unit Kelompok Pohon')+('jumlah kelompok semak'*'Pengurangan CO Per Unit Kelompok Semak')	ppm/yr
40	Lama Kontak	1	yr
41	FraKSI Kontak dg CO	RANDOM(20,4000) * 1	ppm/ppl

Lanjutan Tabel 4.14 Rumus Matematis Flow Diagram

42	Rata-rata Orang Sembuh per Tahun	$\text{RANDOM}(100,300)*1$	ppl
43	Durasi Penyembuhan	2	yr
44	Tingkat Orang Terinfeksi Maksimum	$(\text{'Polusi CO'}/\text{'Fraksi Kontak Dengan CO'})/\text{'lama kontak'}$	ppl/yr
45	Tingkat Penyembuhan	$(\text{'Penderita CO'}/\text{'rata rata orang sembuh per tahun'})/\text{'durasi penyembuhan'}$	ppl/yr
46	Penderita CO	112844	ppl
47	Orang Sembuh	0	ppl

Berikut adalah keterangan dari beberapa rumus matematis di atas :

1. Rasio Peningkatan Pabrik Pangan dan Tembakau

Persentase peningkatan jumlah pabrik pangan dan tembakau dalam rentang waktu data yang diambil menunjukkan 4.819139569% per tahun.

2. Rasio Peningkatan Pabrik Sandang dan Kulit

Persentase peningkatan jumlah pabrik pabrik sandang dan kulit dalam rentang waktu data yang diambil menunjukkan 1.407767159% per tahun.

3. Rasio Peningkatan Pabrik Logam dan Elektronika

Persentase peningkatan jumlah pabrik logam dan elektronika dalam rentang waktu data yang diambil menunjukkan 6.561746683% per tahun.

4. Rasio Penutupan Pabrik Pangan dan Tembakau

Persentase peningkatan jumlah pabrik pangan dan tembakau dalam rentang waktu data yang diambil menunjukkan negatif diartikan 0% per tahun.

5. Rasio Penutupan Pabrik Pabrik Sandang dan Kulit

Persentase peningkatan jumlah pabrik sandang dan kulit dalam rentang waktu data yang diambil menunjukkan negatif diartikan 0% per tahun.

6. Rasio Penutupan Pabrik Pabrik Logam dan Elektronika

Persentase peningkatan jumlah pabrik logam dan elektronika dalam rentang waktu data yang diambil menunjukkan negatif diartikan 0% per tahun.

7. Peningkatan Pabrik Pangan dan Tembakau

Variable ini merupakan variable penambah jumlah pabrik pangan dan tembakau yang dipengaruhi persentase peningkatan pabrik tiap tahun.

8. Peningkatan Pabrik Sandang dan Kulit

Variable ini merupakan variable penambah jumlah pabrik sandang dan kulit yang dipengaruhi persentase peningkatan pabrik tiap tahun.

9. Peningkatan Pabrik Pabrik Logam dan Elektronika

Variable ini merupakan variable penambah jumlah pabrik logam dan elektronika yang dipengaruhi persentase peningkatan pabrik tiap tahun.

10. Penurunan Pabrik Pangan dan Tembakau

Variable ini merupakan variable pengurang jumlah pabrik pangan dan tembakau yang dipengaruhi persentase penutupan pabrik tiap tahun.

11. Penurunan Pabrik Sandang dan Kulit

Variable ini merupakan variable pengurang jumlah pabrik sandang dan kulit yang dipengaruhi persentase penutupan pabrik tiap tahun.

12. Penurunan Pabrik Logam dan Elektronika

Variable ini merupakan variable pengurang jumlah pabrik logam dan elektronika yang dipengaruhi persentase penutupan pabrik tiap tahun.

13. Jumlah Industri Pangan dan Tembakau

Variable ini menunjukkan jumlah industri pada periode/tahun ini yang dipengaruhi oleh peningkatan dan penurunan pabrik. Jumlah industry pada tahun 2010 adalah 1374 unit.

14. Jumlah Industri Sandang dan Kulit

Variable ini menunjukkan jumlah industri pada periode/tahun ini yang dipengaruhi oleh peningkatan dan penurunan pabrik. Jumlah industry pada tahun 2010 adalah 664 unit.

15. Jumlah Industri Logam dan Elektronika

Variable ini menunjukkan jumlah industri pada periode/tahun ini yang dipengaruhi oleh peningkatan dan penurunan pabrik. Jumlah industry pada tahun 2010 adalah 375 unit.

16. Kandungan per Pabrik Pangan dan Tembakau

Menunjukkan kandungan CO tiap pabrik yang akan mempegaruhi jumlah polusi CO karena dikalikan dengan jumlah pabrik. 0.006516665 ppm/pabrik/tahun diperoleh dari rata-rata kandungan emisi CO tiap pabrik di Kota Yogyakarta.

17. Kandungan per Pabrik Sandang dan Kulit

Menunjukkan kandungan CO tiap pabrik yang akan mempegaruhi jumlah polusi CO karena dikalikan dengan jumlah pabrik. 0.003074667 ppm/pabrik/tahun diperoleh dari rata-rata kandungan emisi CO tiap pabrik di Kota Yogyakarta.

18. Kandungan per Pabrik Logam dan Elektronika

Menunjukkan kandungan CO tiap pabrik yang akan mempegaruhi jumlah polusi CO karena dikalikan dengan jumlah pabrik. 0.00139

ppm/pabrik/tahun diperoleh dari rata-rata kandungan emisi CO tiap pabrik di Kota Yogyakarta.

19. Incinerator Boiler Jense

Merupakan variable yang mempengaruhi peningkatan polusi CO Kota Yogyakarta karena industry. Variable ini dipengaruhi jmlah pabrik dan kandungan CO per pabrik.

20. Persentase Penurunan CO

Menunjukkan rasio penurunan CO karena dilakukan spray chamber yang mampu mereduksi CO 1 hingga 10 persen.

21. Penanganan Cerobong

Variable ini dipengaruhi polusi CO pabrik dan persentase penurunan CO tiap tahun.

22. Polusi CO Pabrik

Menunjukkan total udara CO karena pabrik, pada tahun ini adalah 0.37285992 ppm.

23. Persentase Peningkatan CO krn Lingkungan

Persentase peningkatan CO disebabkan oleh sector selain Industri pertahun, yaitu $\text{RANDOM}(0,100)*1$.

24. Durasi Operasi Pabrik

Variable ini menunjukkan akumulasi lama pabrik beroperasi yaitu satu tahun.

25. Tingkat Polusi CO

Merupakan tingkat polusi CO yang mengakumulasi CO secara keseluruhan tiap tahun. Variable ini dipengaruhi oleh polusi pabrik dan persentase peningkatan CO yang dipengaruhi lingkungan.

26. Polusi CO

Polusi udara CO hasil dari perhitungan ambient CO di seluruh titik Kota Yogyakarta kemudian dirata-rata menghasilkan 65.897 ppm.

27. Rasio Penambahan Kelompok Pohon

Variable yang menunjukkan penambahan tiap kelompok pohon dengan penanaman dan penghijauan pohon.

28. Rasio Penambahan Kelompok Perdu

Variable yang menunjukkan penambahan tiap kelompok pohon dengan penanaman dan penghijauan Perdu.

29. Rasio Penambahan Kelompok Semak

Variable yang menunjukkan penambahan tiap kelompok pohon dengan penanaman dan penghijauan Semak.

30. Tingkat Penambahan Kelompok Pohon

Merupakan penambahan kelompok pohon yang dipengaruhi rasio penambahan kelompok pohon.

31. Tingkat Penambahan Kelompok Perdu

Merupakan penambahan kelompok pohon yang dipengaruhi rasio penambahan kelompok perdu.

32. Tingkat Penambahan Kelompok Semak

Merupakan penambahan kelompok pohon yang dipengaruhi rasio penambahan kelompok Semak.

33. Jumlah Kelompok Pohon

Variable yang menunjukkan jumlah jenis tanaman pohon pada tahun terakhir, yaitu menunjukkan 0.5 persen.

34. Jumlah Kelompok Perdu

Variable yang menunjukkan jumlah jenis tanaman perdu pada tahun terakhir, yaitu menunjukkan 0.5 persen.

35. Jumlah Kelompok Semak

Variable yang menunjukkan jumlah jenis tanaman Semak pada tahun terakhir, yaitu menunjukkan 0.5 persen.

36. Pengurangan CO per Unit Kelompok Pohon

Menunjukkan rasio pengurangan CO karena pohon yang berdistribusi NORMAL dengan mean 0.38 dan standar deviasi 0.132.

37. Pengurangan CO per Unit Kelompok Perdu

Menunjukkan rasio pengurangan CO karena perdu yang berdistribusi NORMAL dengan mean 0.338 dan standar deviasi 0.0672.

38. Pengurangan CO per Unit Kelompok Semak

Menunjukkan rasio pengurangan CO karena semak yang berdistribusi NORMAL dengan mean 0.292 dan standar deviasi 0.0768.

39. Peran RTH

Menunjukkan besarnya variable pengurang CO yang dipengaruhi ketiga jenis tanaman pengurang CO.

40. Lama Kontak

Variable ini menunjukkan durasi waktu kontak dengan CO.

41. Fraksi Kontak dg CO

Merupakan batas terinfeksi CO yang berfluktuatif sesuai dengan kadar CO yang dihirup per orang yaitu antara 20 hingga 4000 maka perlu dibangkitkan bilangan seperti berikut $\text{ROUND}(\text{RANDOM}(20,4000)) * 1 \ll \text{ppm/ppl} \gg$.

42. Rata-rata Orang Sembuh per Tahun

Menunjukkan kemampuan dinas kesehatan Kota yang mampu menyembuhkan penderita CO 100 hingga 300 orang tiap tahun.

43. Durasi Penyembuhan

Variable ini menunjukkan satuan hitung dinas kesehatan dalam melakukan penyembuhan penderita CO.

44. Tingkat Orang Terinfeksi Maksimum

Polusi udara dikota yang dikonsumsi penduduk kota tiap hari memberikan potensi penduduk menderita sakit CO.

45. Tingkat Penyembuhan

Menunjukkan hubungan rata-rata orang sembuh pertahun dengan jumlah penduduk yang menderita CO.

46. Penderita CO

Merupakan jumlah orang yang menderita sakit karena CO berdasarkan data pada tahun terakhir (2010) adalah 112844 orang.

47. Orang Sembuh

Menunjukkan jumlah orang sakit karena CO yang berhasil disembuhkan berdasar satuan waktu lama mengidap dan lama penyembuhan (satu tahun).

4.2.2.3 Hasil simulasi

Model yang dibangun menggunakan data yang diperoleh dari pemerintah Kota Yogyakarta. Model yang telah dibuat dijalankan untuk periode simulasi selama 10 tahun yaitu dari tahun 2010 sampai dengan 2020. Dalam model ini semua asumsi dimasukkan sebagai input awal yang diperoleh dari pengumpulan maupun pengolahan

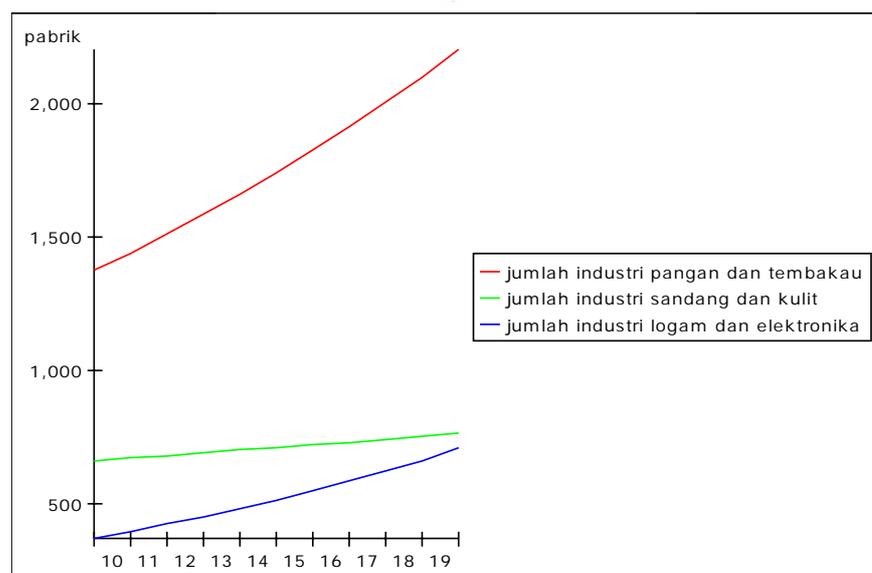
data. Hasil tampilan dari model simulasi yang telah dijalankan berupa tampilan grafik dan tabel. Hasil simulasinya adalah sebagai berikut:

4.15 Tabel Hasil Simulasi

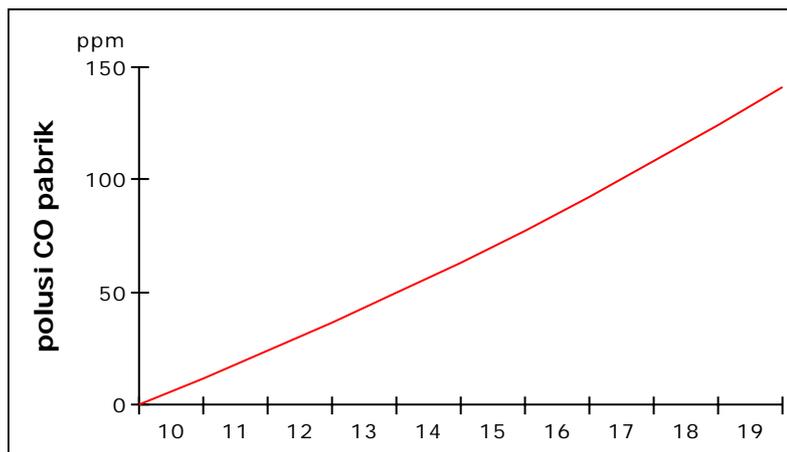
Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	11.89	-3,593.32	56,543.84	56,300.18
Jan 01, 2012	23.90	-6,778.12	28,354.52	84,481.91
Jan 01, 2013	36.42	-10,401.60	14,265.47	98,568.48
Jan 01, 2014	49.48	-14,259.66	7,210.92	105,616.14
Jan 01, 2015	63.10	-17,890.46	3,656.04	109,167.15
Jan 01, 2016	77.31	-21,781.48	1,933.14	110,882.57
Jan 01, 2017	92.14	-26,152.59	1,106.70	111,702.03
Jan 01, 2018	107.62	-30,009.20	659.23	112,133.17
Jan 01, 2019	123.78	-34,762.72	387.58	112,342.32
Jan 01, 2020	140.65	-38,901.71	270.56	112,433.11

4.16 Tabel Jumlah Pabrik

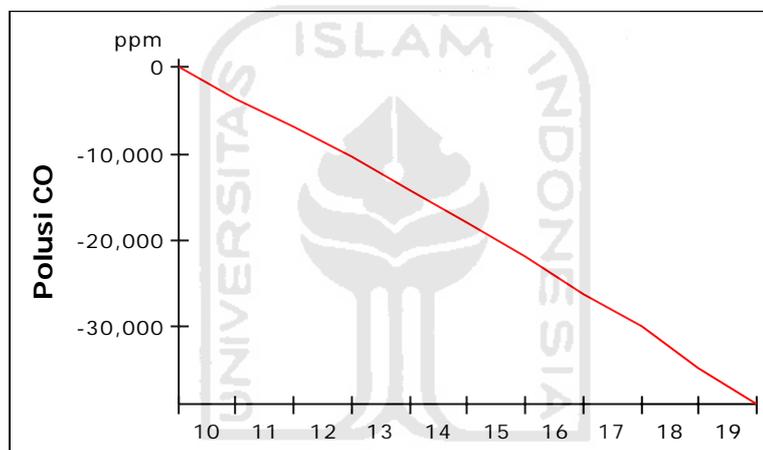
Time	(pabrik)		
	jumlah industri pangan dan tembakau	jumlah industri sandang dan kulit	jumlah industri logam dan elektronika
Jan 01, 2010	1,374.00	664.00	375.00
Jan 01, 2011	1,440.21	673.35	399.61
Jan 01, 2012	1,509.62	682.83	425.83
Jan 01, 2013	1,582.37	692.44	453.77
Jan 01, 2014	1,658.63	702.19	483.54
Jan 01, 2015	1,738.56	712.07	515.27
Jan 01, 2016	1,822.34	722.10	549.08
Jan 01, 2017	1,910.16	732.26	585.11
Jan 01, 2018	2,002.22	742.57	623.51
Jan 01, 2019	2,098.71	753.02	664.42
Jan 01, 2020	2,199.85	763.63	708.02



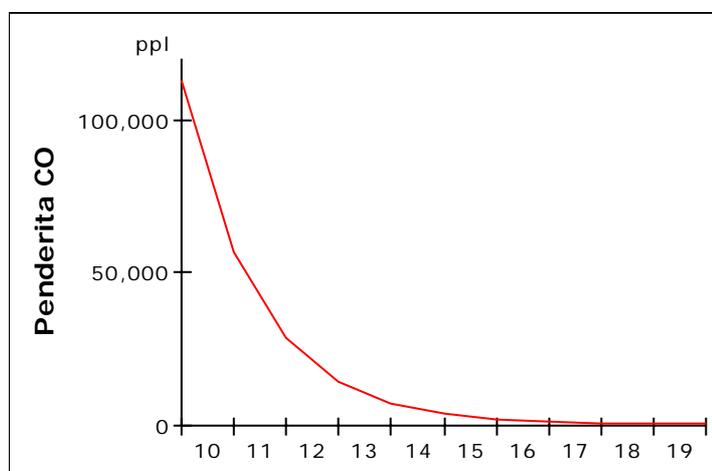
Gambar 4.3 Grafik Jumlah Industri



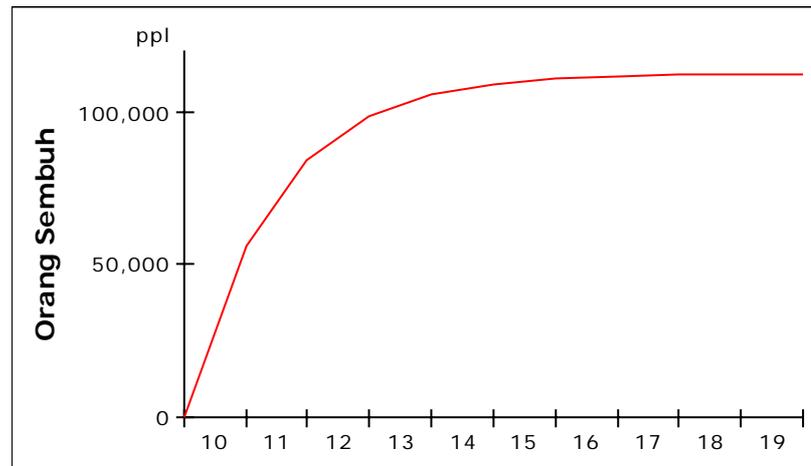
Gambar 4.4 Grafik Polusi CO Pabrik



Gambar 4.5 Grafik Polusi CO



Gambar 4.6 Grafik Penderita CO



Gambar 4.7 Grafik Populasi Orang Sembuh

4.2.2.4 Validasi Model

Untuk mengetahui bahwa model yang dibangun sesuai dengan system nyata, maka dilakukan pengujian pada model yang telah dibuat. Model penelitian ini diuji menggunakan validasi struktur model, uji perilaku model, dan uji implikasi kebijakan.

Sebagian besar peneliti menggunakan parameter pemodelan untuk melakukan validasi, yaitu dengan membandingkan antara hasil simulasi komputer dengan data aktual. Apabila dari perbandingan tersebut ternyata tidak ditemukan perbedaan antara model yang dikembangkan dengan sistem nyata maka dapat dinyatakan valid. Model yang valid merupakan model yang dapat dijadikan sebagai alat percobaan untuk menganalisis kebijakan yang dapat diterapkan.

Namun dikarenakan keterbatasan kelengkapan data pemerintah Kota Yogyakarta sehingga tidak dapat dilakukan validasi menggunakan parameter pemodelan simulasi dan data actual (uji statistic), maka dilakukan validasi dengan

teknik uji struktur model, uji perilaku model, dan uji implikasi kebijakan yang divalidasi oleh Bapak Peter Lawoasal.

1. Uji Struktur Model

a. Uji Verifikasi Struktur

Model penelitian ini tidak mengandung kontradiksi dengan pengetahuan struktur sistem aktual dan memiliki relevansi struktur yang tinggi dengan sistem emisi CO sektor industri Kota Yogyakarta.

b. Uji konsistensi Dimensi

Dalam uji keseimbangan dimensi variabel pada setiap persamaan. Keseluruhan persamaan variabel model ada dalam table rumus matematis. Persamaan penderita penyakit CO dengan persamaan
$$\frac{(\text{jumlah pabrik} \times \text{kandungan CO per pabrik}) - \text{PP} - \text{RTH}}{\text{Fraksi}} + \text{penyembuhan}$$
. Dan model penelitian dinyatakan valid dalam uji ini.

c. Uji Validitas Permukaan (Face Validity test)

Model penelitian ini valid pada permukaan, konsistensinya dengan sistem aktual, yaitu pengujian pada struktur model dan kecocokan antara struktur model dan karakteristik esensial dari sistem aktual sehingga merepresentasikan sistem emisi CO sektor industri Kota Yogyakarta.

d. Uji Parameter Model

Parameter model sesuai dan cocok dengan sistem nyata, yaitu jumlah pabrik, kadar CO, penanganan pabrik, RTH, Fraksi terkontaminasi CO, dan tingkat penyembuhan.

e. Uji Verifikasi Parameter

Parameter model sesuai dan cocok dengan sistem nyata, yaitu jumlah pabrik 120 unit , kadar CO 0.003107166 ppm tiap pabrik, penanganan pabrik 0

sampai 10% penurunan CO, RTH 3765 perdu 5586 pohon 1777 semak, Fraksi terkontaminasi CO 20 sampai 4000 ppm, dan tingkat penyembuhan 100 hingga 300 orang per tahun.

Parameter model penelitian ini cocok dengan konsep dan angka-angka konsisten dengan ketersediaan uji informasi pada sistem emisi CO sektor industri Kota Yogyakarta.

f. Uji Kecukupan Batasan (Boundary-adequacy)

Batasan untuk model penelitian ini:

1. Objek penelitian hanya dilakukan di wilayah Kota Yogyakarta.
2. Pengambilan data dilakukan di instansi-instansi Pemerintah Kota Yogyakarta.
3. Data yang diambil adalah data dari tahun 2001 sampai dengan tahun 2010.
4. Kondisi cuaca ekstrim di wilayah Yogyakarta dianggap tidak berpengaruh terhadap penelitian.
5. Data industri dalam penelitian ini adalah industri dalam skala sedang dan besar.
6. Data penderita penyakit CO adalah data warga Kota Yogyakarta yang menderita ISPA. Data diambil dan mendapat persetujuan dari P2PL Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta.
7. Alat pemodelan simulasi komputer yang digunakan adalah Powersim Studio 2005.
8. Metode optimasi penelitian ini menggunakan Algoritma Genetik (AG).

Model penelitian lulus dalam uji ini mempertimbangkan hubungan struktural yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan model. Ketepatan dalam pengelompokkan model dan meliputi semua struktur yang relevan berisikan

variabel dan pengaruh umpan balik yang dibutuhkan untuk permasalahan dan sesuai dengan tujuan studi penurunan emisi CO sektor industri Kota Yogyakarta.

g. Uji Kondisi Ekstrim

Model penelitian lulus dalam uji ini yang mengacu pada pengertian yang sama model dengan sistem nyata, jika suatu variabel dirubah pada kondisi ekstrem akan menghasilkan suatu nilai kemungkinan akan terjadi. Telah tercantum prediksi untuk jumlah pabrik 109817 unit.

2. Uji Perilaku Model

a. Uji Sensitivitas Paramater

Pengujian dilakukan dengan merubah variasi nilai parameter yang ditujukan untuk menguji kesensitifan perilaku model. Dengan dilakukannya desain eksperimen, dapat dibuktikan model yang dibangun lolos dalam uji ini.

b. Uji Sensitivitas Struktural

Pengujian dilakukan dengan merubah struktur model berdasarkan referensi parameter ditujukan untuk menguji kesensitifan perilaku model. Dengan dilakukannya desain eksperimen, dapat dibuktikan model yang dibangun lolos dalam uji ini.

c. Uji Sensitivitas Perilaku

Dengan dilakukannya desain eksperimen, dapat dibuktikan model yang dibangun lolos dalam uji ini.

d. Uji Prediksi Perilaku

Dengan dilakukannya desain eksperimen, dapat dibuktikan model yang dibangun lolos dalam uji ini. Yaitu memfokuskan pada perilaku masa depan .

Sistem Dinamik tidak digunakan untuk prediksi titik (optimasi) tetapi prediksi pola dan prediksi peristiwa untuk dievaluasi.

e. Uji Prediksi Peristiwa

Dengan dilakukannya desain eksperimen, dapat dibuktikan model yang dibangun lolos dalam uji ini. Pengujian yang ditujukan untuk melihat perubahankeadaan sekitarnya karena suatu peristiwa, kemudian diaplikasikan pada kehidupan nyata yaitu usulan jumlah pabrik maksimal 109817 unit konstan.

3. Uji Implikasi Kebijakan

Pengujian model implikasi kebijakan dilakukan dengan pembangunan desain eksperimen sehingga dapat membuktikan *testing sutability* untuk membuktikan kecocokan antara implikasi kebijakan dengan tujuan penelitian, tes konsistensi untuk memprediksi perubahan perilaku kecukupan batasan dan uji perbaikan sistem digunakan untuk konsistensi model dengan melihat perubahan kebijakan pada sistem real, *changed behavioral prediction test* untuk menunjukkan menguji kebenaran prediksi oleh model dan perubahan perilaku dari sistem jika sebuah kebijakan dilakukan, *boundary adequacy test* untuk membangun kepercayaan batasan perubahan struktur model terhadap perubahan rekomendasi kebijakan, dan *system improvement test* tentang identifikasi kebijakan yang dapat memberikan perbaikan performasi sistem aktual.

4.2.2.5 Desain Eksperimen

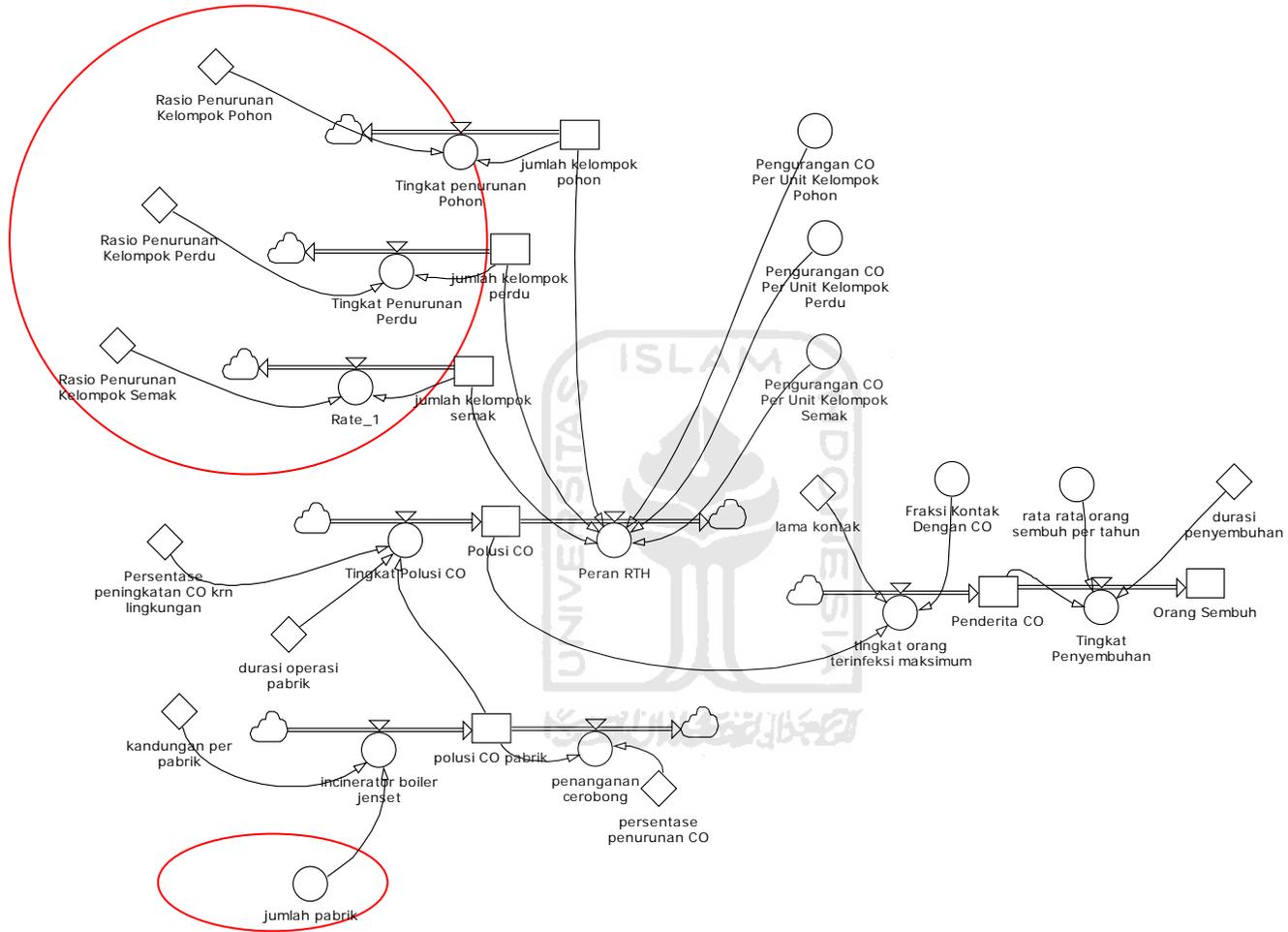
Pengembangan desain eksperimen adalah suatu tahap dalam simulasi untuk memperoleh model alternatif yang dimungkinkan memiliki kondisi yang lebih baik dibandingkan model awal berdasarkan parameter tertentu dapat juga untuk memprediksi hasil suatu variabel dimasa yang akan datang.

Dalam hal ini desain eksperimen yang mungkin dilakukan adalah menentukan jumlah pabrik maksimal pada tahun-tahun selanjutnya dengan asumsi peningkatan jumlah pabrik tidak terbatas dan terjadi penurunan jumlah tanaman dikarenakan penggunaan lahan untuk industri, yaitu sebesar 10% untuk kelompok pohon, 5% untuk kelompok perdu dan semak. Simulasi dijalankan dari rentang waktu tahun 2010 – 2020.

Tabel 4.17 Rumus Matematis Desain Eksperimen

Komponen	Rumus	Satuan
Jumlah Pabrik	RANDOM(0,390000)	pabrik

Perubahan pada model yang terlihat pada gambar di bawah ini :



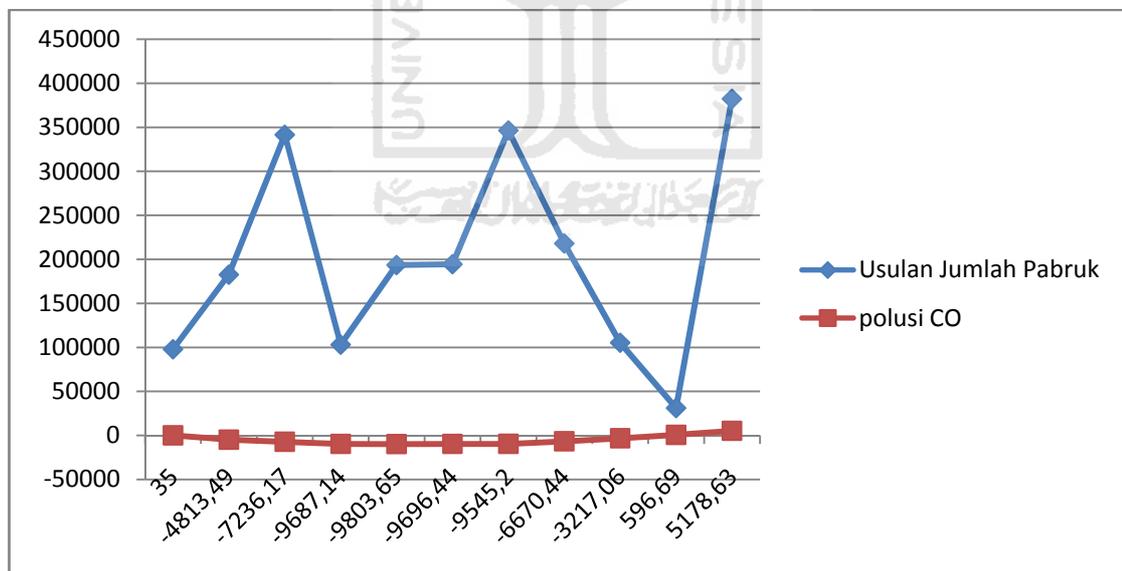
Gambar 4.8 Flow Diagram Desain Eksperimen

Berikut adalah hasil tabel dan grafik model Desain eksperimen :

Tabel 4.18 Hasil Desain Eksperimen

Time	usulan jumlah pabrik (pabrik)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)
Jan 01, 2010	97,909.98	35.00	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	182,581.09	-4,813.49	56,526.57	56,317.44
Jan 01, 2012	341,421.40	-7,236.17	28,288.81	84,496.28
Jan 01, 2013	103,076.85	-9,687.14	14,272.32	98,504.67
Jan 01, 2014	193,539.10	-9,803.65	7,198.66	105,564.14
Jan 01, 2015	194,425.06	-9,696.44	3,711.84	109,044.00
Jan 01, 2016	346,296.65	-9,545.20	1,909.86	110,836.14
Jan 01, 2017	218,039.56	-6,670.44	1,050.55	111,692.93
Jan 01, 2018	105,323.50	-3,217.06	632.42	112,096.64
Jan 01, 2019	31,119.85	596.69	366.51	112,360.00
Jan 01, 2020	382,244.42	5,178.63	261.25	112,465.53

Pada model desain eksperimen, input jumlah pabrik adalah Random dengan nilai minimal 0 dan nilai maksimal 390.000 unit pabrik didapatkan hasil bahwa Kota Yogyakarta memasuki zona CO berbahaya pada Tahun 2019 dengan jumlah industri 31.120 unit pabrik. Perbandingan jumlah pabrik dengan emisi Co Kota Yogyakarta disajikan dalam tabel berikut ini:



Gambar 4.9 Grafik Jumlah Industri dan Polusi CO Desain Eksperimen

Dari hasil model eksperimen tersebut didapatkan rata-rata pabrik sebanyak 199.635 unit pabrik. Berdasarkan perhitungan sederhana tersebut, peneliti melakukan

simulasi dengan memasukkan rata-rata jumlah pabrik tersebut dan angka dibawahnya, yaitu dengan rumus perhitungan $\sum_{i=1}^n n - i$ untuk menentukan jumlah pabrik maksimal pada saat Kota Yogyakarta aman terhadap polusi CO, dimana n = rata-rata jumlah industri model eksperimen.

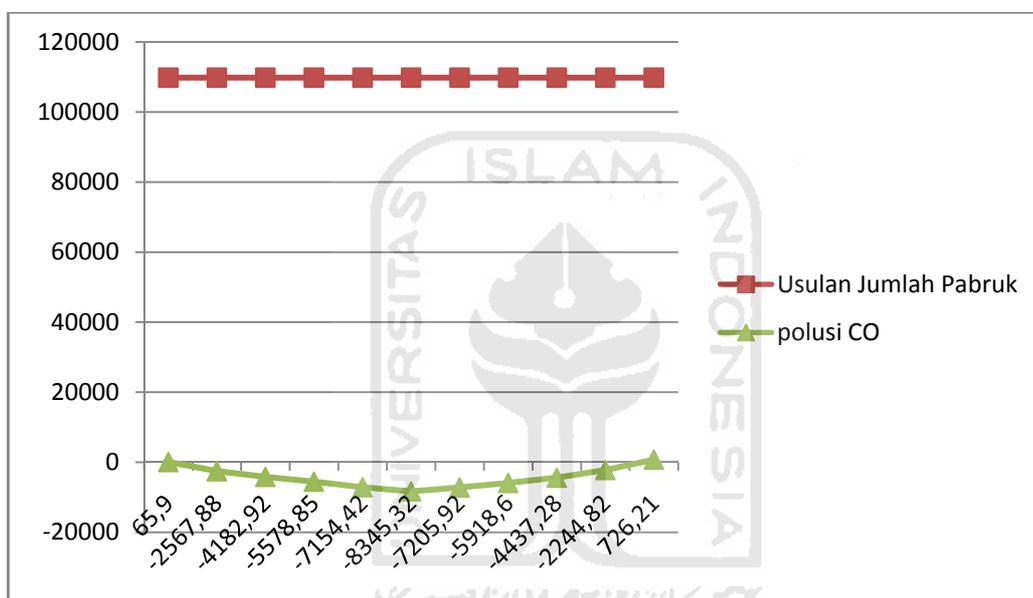
Berikut adalah hasil simulasi tersebut :

Tabel 4.19 Hasil Jumlah Pabrik dengan Polusi CO

Jumlah Pabrik	Polusi CO	Keterangan
199635	2451	Mulai tahun 2018
199634	3591.89	Mulai tahun 2017
199633	2469.49	Mulai tahun 2017
120000	2191.78	Mulai tahun 2019
110000	246.61	Mulai tahun 2020
109900	1323.06	Mulai tahun 2020
109818	810.47	Mulai tahun 2020
109817	726.21	Mulai tahun 2020
109816	-5008.17	Hingga tahun terakhir tetap negatif
109815	-6918.6	Hingga tahun terakhir tetap negatif

Tabel 4.20 Hasil Desain Eksperimen

Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)	jumlah pabrik (pabrik)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00	109,817.00
Jan 01, 2011	341.58	-2,567.88	56,535.91	56,308.21	109,817.00
Jan 01, 2012	673.04	-4,182.92	28,356.31	84,487.03	109,817.00
Jan 01, 2013	995.02	-5,578.85	14,307.01	98,534.79	109,817.00
Jan 01, 2014	1,307.79	-7,154.42	7,226.18	105,612.17	109,817.00
Jan 01, 2015	1,611.63	-8,345.32	3,726.67	109,105.19	109,817.00
Jan 01, 2016	1,906.78	-7,205.92	1,930.47	110,893.45	109,817.00
Jan 01, 2017	2,193.49	-5,918.60	1,011.28	111,799.09	109,817.00
Jan 01, 2018	2,472.00	-4,437.28	651.56	112,157.29	109,817.00
Jan 01, 2019	2,742.56	-2,244.82	413.52	112,391.87	109,817.00
Jan 01, 2020	3,005.37	726.21	319.61	112,484.90	109,817.00



Gambar 4.10 Grafik Jumlah Industri dan Polusi CO Desain Eksperimen

BAB V

PEMBAHASAN

Pencemaran udara di suatu wilayah merupakan sebuah sistem yang cukup kompleks. Tiap-tiap faktor memiliki pengaruh terhadap faktor lain, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk mengamati keterkaitan dan kecenderungan pola data yang berlangsung, diperlukan jangka waktu yang cukup lama.

Dalam kasus ini, bahwa penelitian ini bertujuan untuk pembangunan model kebijakan untuk mengurangi tingkat emisi karbon monoksida (CO) yang telah dihasilkan oleh sektor industri dan untuk mendapatkan model kebijakan baru yang dapat meminimalisir hal tersebut. Oleh karena itu pada bab ini akan dilakukan pembahasan yang dapat memberikan penjelasan yang lebih mendalam berdasarkan data - data hasil penelitian dan perhitungan pada bab sebelumnya. Simulasi dijalankan dalam jangka waktu 10 tahun, yaitu tahun 2010-2020. Dalam jangka waktu tersebut, output yang dihasilkan diharapkan cukup memberikan gambaran tentang kecenderungan dan pola data yang muncul di wilayah Kota Yogyakarta.

Untuk mempermudah pengamatan, data yang telah disajikan berupa tabel dan grafik, yaitu tabel dan grafik jumlah industri/pabrik, polusi udara CO, dan populasi penderita sakit CO.

Dari output yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan hubungan matematis antara masing – masing variabel. Selain itu juga dapat menentukan kebijakan yang tepat untuk mengurangi emisi karbon monoksida (CO) dari sektor industri yang akan ditampilkan dalam report hasil simulasi beberapa tahun yang akan datang. Hasil dari keseluruhan simulasi adalah sebagai berikut :

Tabel 5.1. Hasil Simulasi untuk Tahun 2010 – 2020

Tahun	Polusi CO Pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)
2010	0.37	65.90
2011	11.89	-3593.32
2012	23.90	-6778.12
2013	36.42	-10401.60
2014	49.48	-14259.66
2015	63.10	-17890.46
2016	77.31	-21781.48
2017	92.14	-26152.59
2018	107.62	-30009.20
2019	123.78	-34762.72
2020	140.65	-38901.71

5.1 Analisa Hasil Simulasi Model Awal

Model simulasi dibuat untuk merepresentasikan sistem riil yang ada. Model simulasi ini dibangun disesuaikan terhadap keadaan sistem nyatanya. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi model dengan melakukan uji validasi supaya dapat diketahui validitas dari model simulasi yang telah dibangun. Dikarenakan faktor data, validasi tersebut dilakukan menggunakan metode validasi struktural yang telah divalidasi oleh Bapak Peter (ketua bagian penelitian Balai Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta). Dari hasil validasi tersebut didapatkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara model simulasi dengan sistem nyatanya. Sehingga dapat dikatakan bahwa model simulasi telah dapat merepresentasikan sistem nyatanya kemudian dapat dilakukan

pengembangan terhadap model tersebut untuk menentukan suatu kebijakan. Dari model awal tersebut dapat dibangun model eksperimen yang akan digunakan dalam menentukan jumlah pabrik maksimal yang dapat didirikan di Kota Yogyakarta.

Untuk mengambil kebijakan pada penelitian ini digunakan dua parameter sebagai pembandingan, yaitu polusi udara CO dan Jumlah penderita CO. Kondisi ideal yang diharapkan adalah nilai polusi udara CO dan jumlah penderita CO turun.

5.1.1. Analisa Hasil Simulasi Polusi CO Pabrik

Dalam simulasi model awal untuk jangka waktu 10 tahun menunjukkan ketiga jumlah industri mengalami kenaikan. Selain golongan industri pangan dan tembakau yang paling dominan, kenaikan pabrik golongan ini yang paling signifikan, yaitu 1374 pabrik ditahun 2010 hingga 2200 pabrik pada periode akhir simulasi (tahun 2020). Kemudian disusul golongan industri logam dan elektronika yang naik 90% dalam jangka waktu 10 tahun, yaitu 375 ditahun 2010 hingga 709 pabrik ditahun 2020. Untuk kenaikan golongan industri sandang dan kulit hanya kecil, selama 10 tahun dari 664 menjadi 764 pabrik. Sehingga dapat diketahui bahwa golongan industri pangan dan tembakau adalah penyumbang CO yang mendominasi karena jumlahnya yang paling banyak, peningkatan yang paling pesat dan kandungan CO per pabrik yang paling besar yaitu 0.006516665 ppm/tahun. Untuk polusi CO yang dihasilkan pabrik, pada tahun 2020 sektor industri kota Yogyakarta menyumbangkan emisi CO sebesar 140.65 ppm dari nilai awal 0.37 ppm (tahun 2010) .

5.1.2. Analisa Hasil Simulasi Penanganan Pabrik

Setiap pabrik mempunyai alat pembakaran yang menghasilkan gas buang seperti incinerator, boiler, dan jenset. Hal yang patut diperhatikan adalah apabila gas

buang tidak dinetralsir dan langsung dibuang ke udara bebas. Terlebih emisi gas buang yang tidak mengalami pembakaran sempurna. Dari hasil simulasi, rata-rata emisi CO industri Kota Yogyakarta per tahun adalah 15.29 ppm dan sebagian besar pabrik di Kota Yogyakarta melakukan penanganan terhadap emisi gas buang, seperti pemberian filter pada cerobong asap dan pembuatan spray chamber yang mampu menurunkan emisi karbon monoksida hingga 0.05 ppm (tahun 2020). Walaupun tidak sepenuhnya menghilangkan CO, namun setidaknya mampu mereduksi maksimal hingga 0.3%.

5.1.3. Analisa Hasil Simulasi Tingkat Polusi CO

Tingkat polusi karbon monoksida meningkat lurus, namun peningkatan tersebut tidak ada masalah karena peran RTH di Kota Yogyakarta sangat bagus. Hal ini dikarenakan kebijakan pemerintah dan kesadaran masyarakat akan pentingnya penghijauan sehingga untuk tingkat polusi CO pabrik maksimal 172.73 ppm (tahun 2020) sedangkan RTH mampu menyerap CO dengan kisaran 3659,68 ppm (tahun 2010) hingga penyerapan maksimum 5218,94 ppm (tahun 2020). RTH mampu mereduksi hingga ribuan ppm gas CO per tahun sehingga polusi CO Kota Yogyakarta bernilai negatif. Hal ini dimaksudkan kemampuan RTH dalam menyerap CO karena industri adalah lebih dari cukup.

5.1.4. Analisa Hasil Simulasi Penderita sakit CO

Dilihat dari jumlah penderita CO, variabel ini mengalami penurunan yang signifikan. Berbanding terbalik dengan jumlah orang sembuh, saat ini pemerintah mampu melakukan penyembuhan antara 100 hingga 300 orang yaitu tingkat penyembuhan rata-rata 16.05%. sehingga tingkat orang terinfeksi CO cenderung turun

dan berbanding terbalik dengan populasi orang sembuh yang naik tiap tahunnya. Penyakit CO yang dapat sembuh dengan durasi sembuh maksimum 1 tahun. Populasi orang sembuh terus meningkat hingga pada tahun 2020 hanya tersisa 271 orang yang menderita penyakit CO. Sehingga dapat dikatakan bahwa emisi CO karena industri di wilayah Kota Yogyakarta tidak terlalu signifikan dan tidak membahayakan. Oleh karena itu penerapan optimasi menggunakan pendekatan algoritma genetik tidak perlu dilakukan.

5.2 Analisa Hasil Simulasi Model Eksperimen

Desain eksperimen yang dibangun dengan mengacak jumlah pabrik dengan tujuan mendapatkan jumlah maksimal pabrik. Dengan menggunakan model eksperimen ini dapat dihasilkan jumlah pabrik maksimal yang dapat didirikan di Kota Yogyakarta adalah 109.817 unit pabrik. Dari angka jumlah industri 109.817 tersebut dihasilkan peningkatan Polusi Co pabrik yang sangat tinggi dengan rata-rata kenaikan 29.6% per tahun. Kemampuan RTH dalam mereduksi CO pun cukup tinggi, rata-rata kemampuannya adalah 2783.48 ppm tiap tahunnya. Namun peningkatan polusi pertahun meningkat dari 0.74 ppm (2010) hingga menyentuh angka 6001.33 ppm pada akhir periode simulasi (2020) dan menghasilkan polusi CO paling tinggi adalah pada tahun 2014 yaitu – 8345.32 ppm. Bertolak dari titik itu, kondisi udara mulai membaik yaitu dari tahun 2015 sebesar -7205.92 hingga -2,244.82. Pada tahun 2020 terjadi emisi CO yang tinggi yaitu 726.21 ppm.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Model kebijakan yang mampu dijadikan usulan dalam pengambilan keputusan mengurangi tingkat emisi gas karbon monoksida (CO) sektor industri adalah model dengan faktor-faktor yang berpengaruh dalam suatu wilayah yaitu jumlah industri, tingkat polusi karena industri, tingkat orang terinfeksi CO, dan populasi orang yang sembuh. Sedangkan faktor yang paling berpengaruh adalah peningkatan jumlah pabrik tiap tahun, kandungan CO tiap industri, penanganan cerobong, peran RTH, fraksi kontak dengan CO, dan tingkat penyembuhan orang sakit CO. Yang telah digambarkan pada gambar 4.2.
2. Polusi CO kota Yogyakarta karena industri untuk sembilan tahun mendatang yaitu tahun 2012 sampai dengan 2020 (dalam ppm) sebesar -6778.12, -10401.6, -14259.66, -17890.46, -21781.48, -26152.59, -30009.2, -34762.72, dan -38901.71. Artinya emisi karbon monoksida (CO) Kota Yogyakarta hingga tahun 2020 tidak masalah, sehingga dapat ditarik kesimpulan kebijakan pemerintah sekarang sudah cukup mengakomodasi karena pertumbuhan dan jumlah industri di Kota Yogyakarta tidak signifikan terhadap polusi CO dikarenakan jumlah RTH sudah memadai.

3. Polusi gas karbon monoksida (CO) sangat tinggi karena sektor industri dapat terjadi apabila pada tahun ke delapan dengan jumlah industri sebesar 109.817 pabrik.

6.2 Saran

Dari kesimpulan di atas, maka saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut :

1. Untuk sembilan tahun kedepan polusi CO karena industri tidak signifikan sehingga pemerintah dapat memperhatikan sektor lain terhadap polusi CO Kota Yogyakarta.
2. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah dengan menggunakan model penelitian ini, dapat digunakan sebagai model dasar penelitian pengaruh emisi CO di berbagai sektor dan dapat juga diterapkan pada penelitian lanjutan di wilayah lain dengan memasukkan data-data yang lebih akurat dan perlu dilakukan optimasi menggunakan algoritma genetika.

DAFTAR PUSTAKA

- Forrester.,(1961). *Industrial Dinamycs*. Massachusetts - U.S.A : The M.I.T. Press
Massachusetts Institute Of Technology.
- Gen, M dan Cheng, R., (1997). *Genetic Algorithms And Engineering Design*.
USA: Addison-Wesley Publishing Company, Inc
- Goldberd, D. E., (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization And
Machine Learning*. USA: Addison-Wesley Publishing Company, Inc
- Goldsmann, David. (2007). *Introduction to Simulation*, Proceedings of the 2007
Winter Simulation Conference, USA.
- Hairullah (2006)., “*Analisis Struktur dan Perilaku Persediaan Beras Dengan
Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis Di Provinsi DIY*” Skripsi, tidak
diterbitkan. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik
Industri Universitas Islam Indonesia.
- Jerry Banks. John S. Carson. Barry L. Nelson. (1996). *Discrete-Event System
Simulation*. Prentice Hall.
- Kusmanto, Nurul.,(2010). *Analisis Kebijakan Pengurangan Lost Opportunity
Dengan Pendekatan System Dynamics*. Jurusan Teknik Industri, Fakultas
Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Kusumadewi, S.(2006). *Artificial Intelligence teknik dan aplikasinya*. Jogjakarta:
Graha Ilmu.
- Lennart Ljung. Torkel Glad. (1994) *Modeling of Dynamics Systems*. Prentice Hall.

Mahmood Alborzi, Ph.D., (2008). *Augmenting System Dynamics With Genetic Algorithm and TOPSIS Multivariate Ranking Module for Multi Criteria Optimization*. Apt. No. 6112, Atisaz Evin, Tehran, Iran.

Peraturan Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 5 Tahun 2007
Tentang Pengendalian Pencemaran Udara.

Robandi, Imam. (2006). *Desain Sistem Tenaga Modern Optimasi Logika Fuzzy Algoritma Genetika*. Yogyakarta: ANDI

S.M. Disney et.al., (1999). *Genetic algorithm optimisation of a class of inventory control systems*. Wales. Int. J. Production Economics 68 (2000) 259-278

Shahgholian., dan Hajhosseini., (2009). *A Dynamic Model of Air Pollution, Health and Population Growth Using System Dynamics A Study on Tehran-Iran*. World Academy Journal of Science, Engineering and Technology.

Shushil. 1993. *System Dynamics "A Practical Approach for Managerial Problems*. Wiley Eastern Limited.

Simatupang, Togar, 1995. *Pemodelan Sistem*. Klaten : Nindita

Soraika Bima (2010). *Klasifikasi Daerah Berdasarkan Tingkat Polusi Udara Di Kota Yogyakarta Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan*. Skripsi, Tidak diterbitkan. Yogyakarta : Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.

Sri Kusumadewi., dan Hari Purnomo., (2005). *Penyelesaian Masalah Optimasi Dengan Teknik-Teknik Heuristik*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Sukarto, Haryono. (2006). *Transportasi Perkotaan dan Lingkungan*. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan Vol. 3, No. 2 Juli 2006*

Sutrisno (2007)., “*Aplikasi Sistem Dinamis Untuk Menganalisis Dan Merancang Modal Kerja Untuk Memajukan UMKM Di Sleman*” Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.

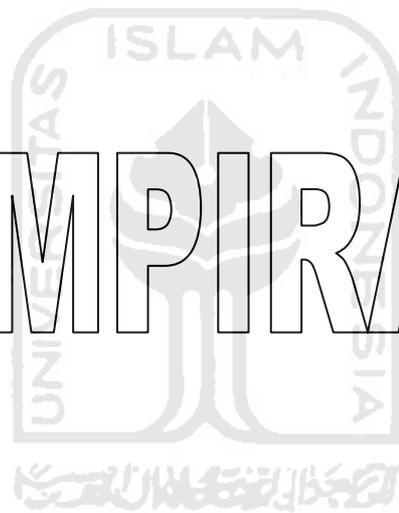
Walpole, Ronald E., (1986) *Ilmu Peluang dan Statistik untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung : Penerbit ITB

Wikan (2009)., “*Analisis Peningkatan Porto Folio Outstanding Dengan Pendekatan Sistem Dinamis Pada BRI Syariah*”. Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.

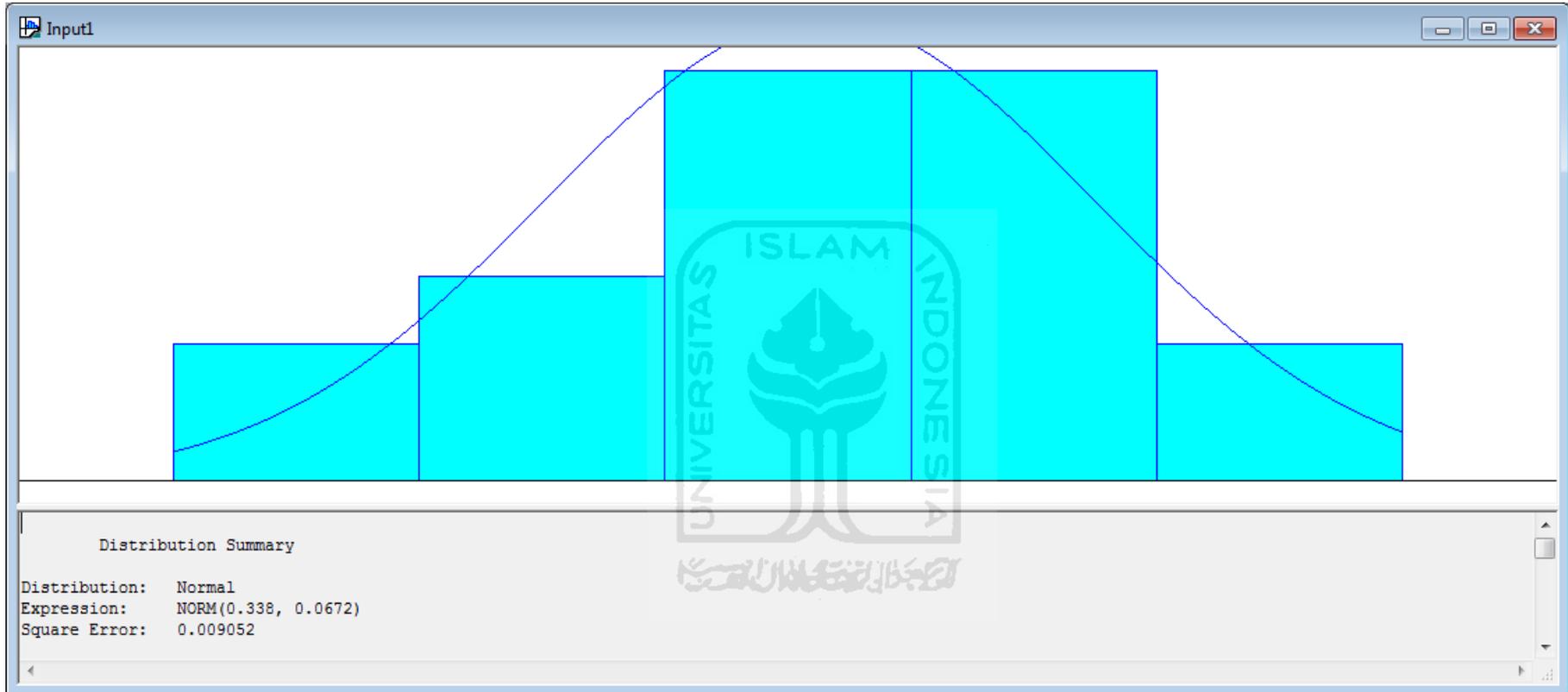
Wishnumurti Panji., (2008). *Analisis Siklus Hidup Produk Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) Menggunakan Pendekatan System Dynamics*. Skripsi, Tidak diterbitkan. Yogyakarta : Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.

Yuhandi, Indrianto, Santrya dan N. Nurhasanah., (2009). *Pendekatan Sistem Dinamis Untuk Melakukan Peningkatan Kualitas Proses Produksi Kain Rajut Divisi Knitting. Seminar Nasional TEKNOIN Universitas Islam Indonesia*

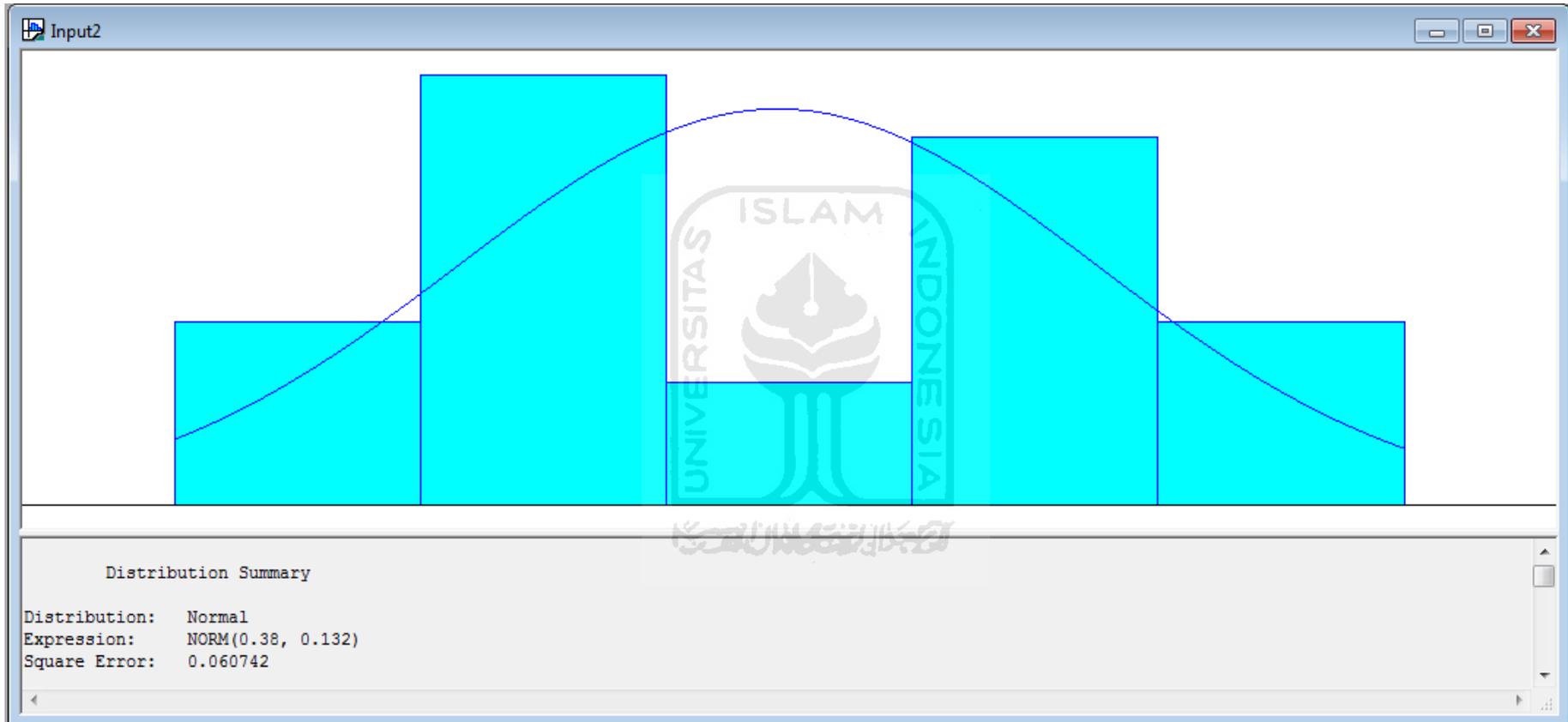
LAMPIRAN



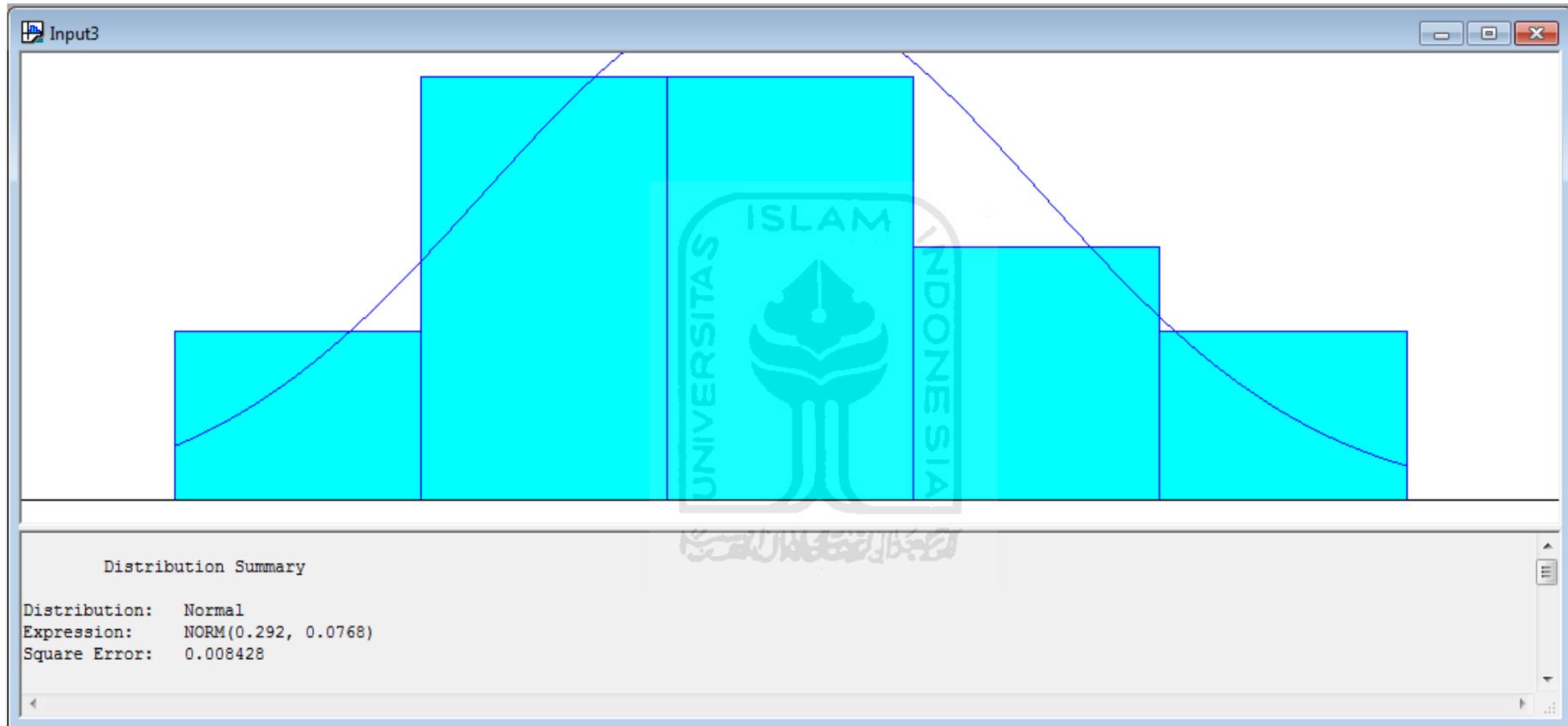
Pembangkitan Bilangan Random Dengan Menggunakan *Input Analyzer* (Pengurangan Konsentrasi CO Oleh Kelompok Perdu)



Pembangkitan Bilangan Random Dengan Menggunakan *Input Analyzer* (Pengurangan Konsentrasi CO Oleh Kelompok Pohon)



Pembangkitan Bilangan Random Dengan Menggunakan *Input Analyzer* (Pengurangan Konsentrasi CO Oleh Kelompok Semak)

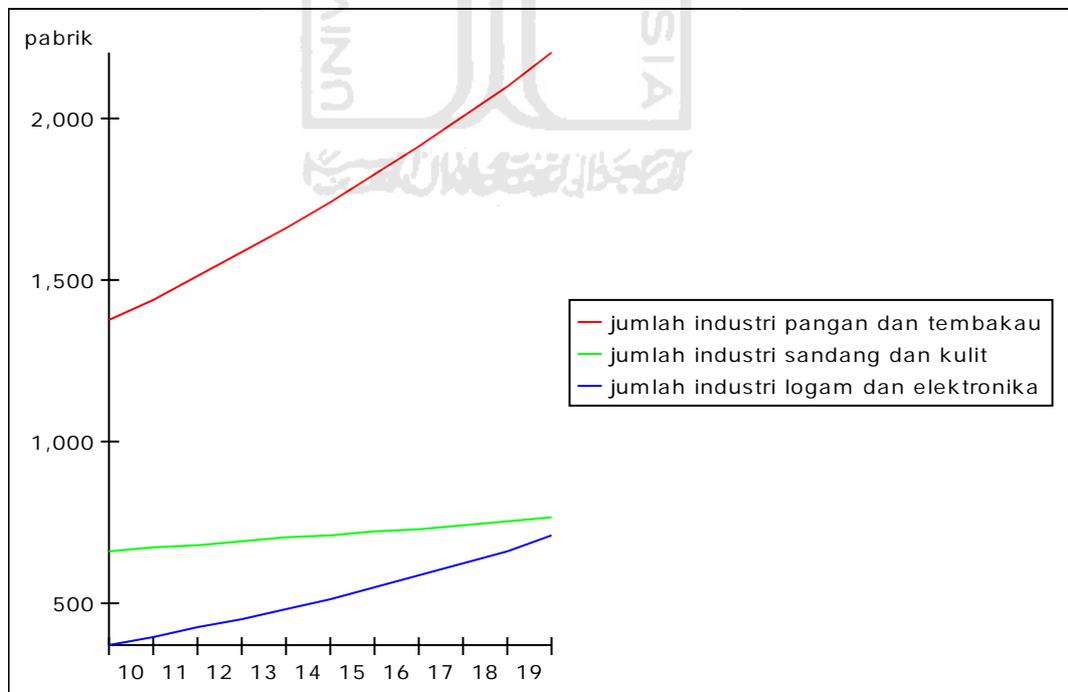


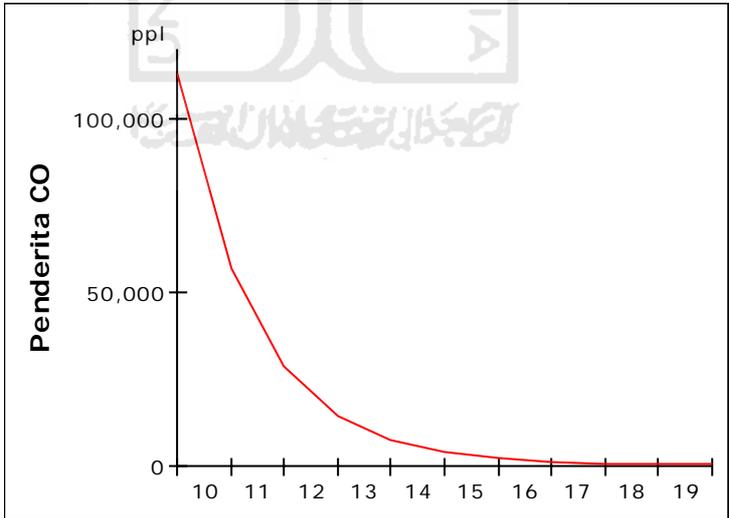
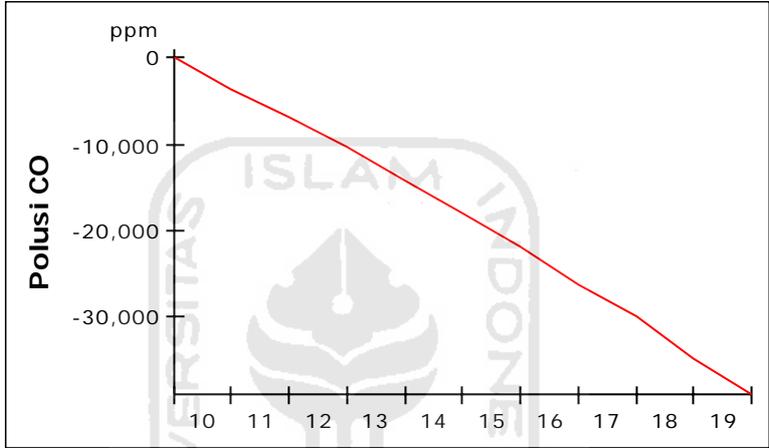
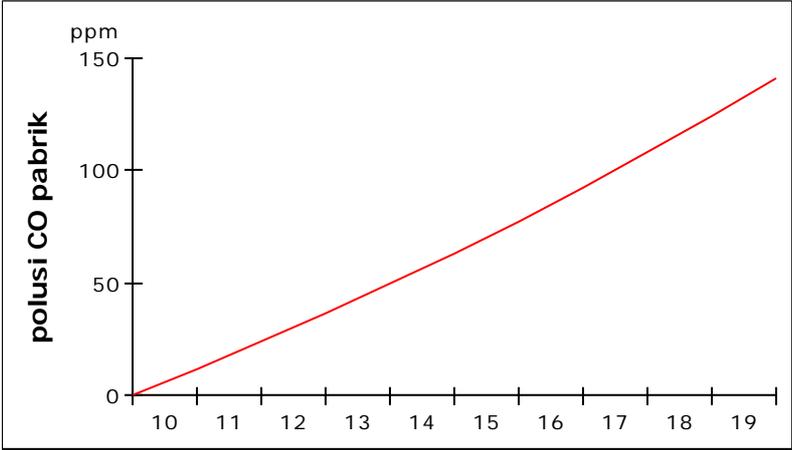
Output Simulasi Model Awal Semua Variabel

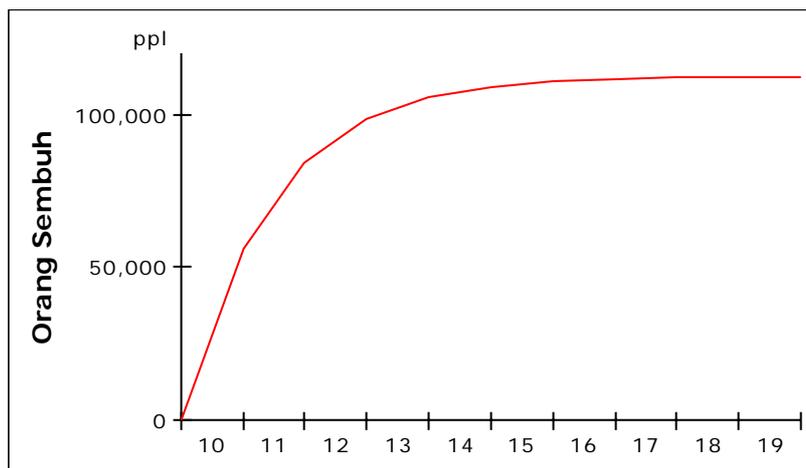
Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	11.89	-3,593.32	56,543.84	56,300.18
Jan 01, 2012	23.90	-6,778.12	28,354.52	84,481.91
Jan 01, 2013	36.42	-10,401.60	14,265.47	98,568.48
Jan 01, 2014	49.48	-14,259.66	7,210.92	105,616.14
Jan 01, 2015	63.10	-17,890.46	3,656.04	109,167.15
Jan 01, 2016	77.31	-21,781.48	1,933.14	110,882.57
Jan 01, 2017	92.14	-26,152.59	1,106.70	111,702.03
Jan 01, 2018	107.62	-30,009.20	659.23	112,133.17
Jan 01, 2019	123.78	-34,762.72	387.58	112,342.32
Jan 01, 2020	140.65	-38,901.71	270.56	112,433.11

(pabrik)

Time	jumlah industri pangan dan tembakau	jumlah industri sandang dan kulit	jumlah industri logam dan elektronika
Jan 01, 2010	1,374.00	664.00	375.00
Jan 01, 2011	1,440.21	673.35	399.61
Jan 01, 2012	1,509.62	682.83	425.83
Jan 01, 2013	1,582.37	692.44	453.77
Jan 01, 2014	1,658.63	702.19	483.54
Jan 01, 2015	1,738.56	712.07	515.27
Jan 01, 2016	1,822.34	722.10	549.08
Jan 01, 2017	1,910.16	732.26	585.11
Jan 01, 2018	2,002.22	742.57	623.51
Jan 01, 2019	2,098.71	753.02	664.42
Jan 01, 2020	2,199.85	763.63	708.02

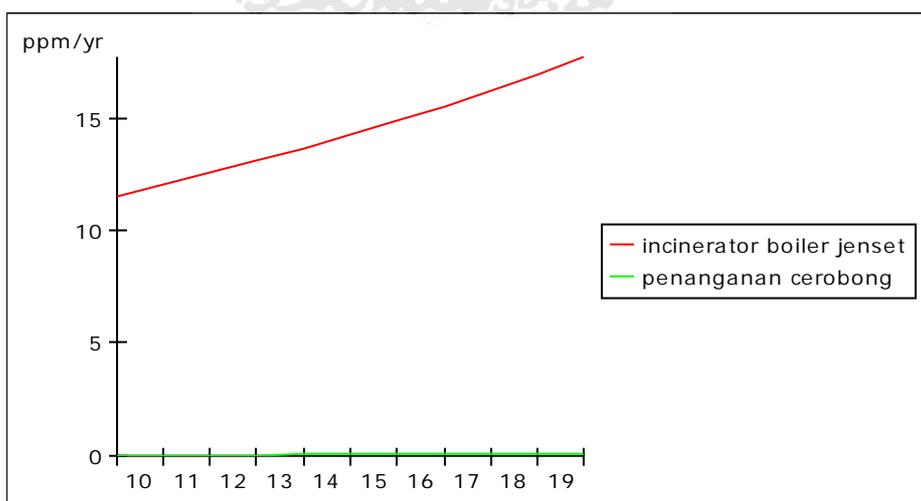






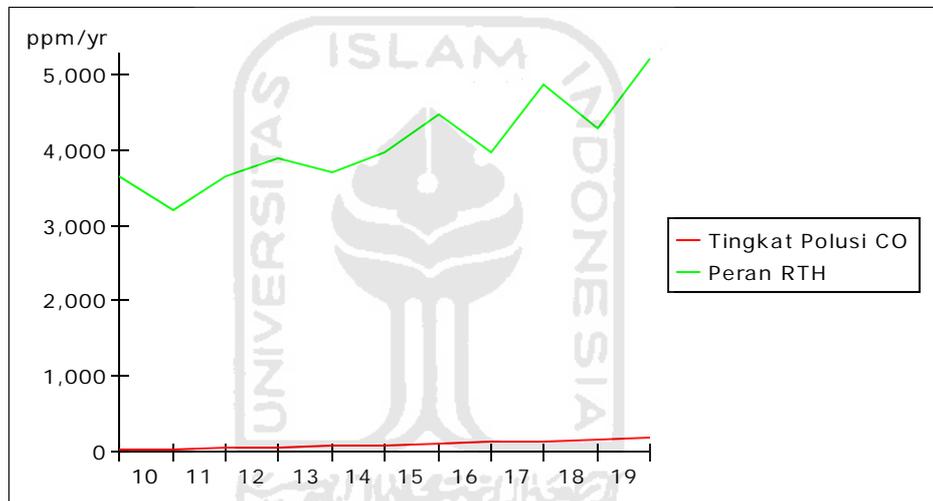
(ppm/yr)

Time	incinerator boiler jenset	penanganan cerobong
Jan 01, 2010	11.52	1.35e-4
Jan 01, 2011	12.01	4.3e-3
Jan 01, 2012	12.53	8.65e-3
Jan 01, 2013	13.07	0.01
Jan 01, 2014	13.64	0.02
Jan 01, 2015	14.24	0.02
Jan 01, 2016	14.86	0.03
Jan 01, 2017	15.51	0.03
Jan 01, 2018	16.20	0.04
Jan 01, 2019	16.92	0.04
Jan 01, 2020	17.67	0.05



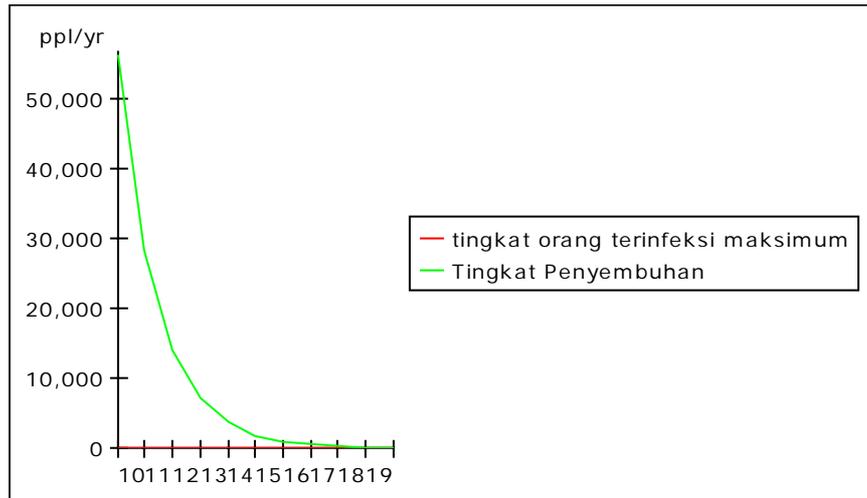
(ppm/yr)

Time	Tingkat Polusi CO	Peran RTH
Jan 01, 2010	0.46	3,659.68
Jan 01, 2011	14.60	3,199.40
Jan 01, 2012	29.35	3,652.82
Jan 01, 2013	44.72	3,902.78
Jan 01, 2014	60.76	3,691.56
Jan 01, 2015	77.49	3,968.51
Jan 01, 2016	94.94	4,466.05
Jan 01, 2017	113.16	3,969.77
Jan 01, 2018	132.17	4,885.69
Jan 01, 2019	152.01	4,291.00
Jan 01, 2020	172.73	5,218.94



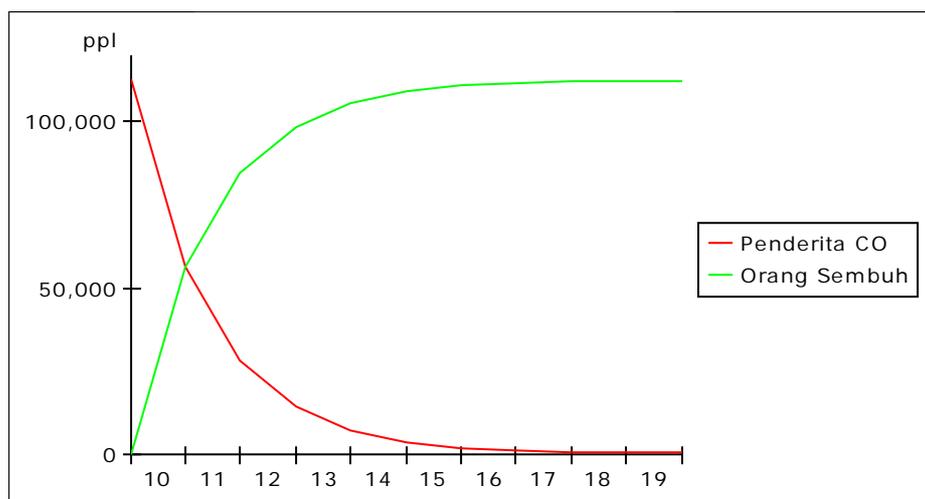
(ppl/yr)

Time	tingkat orang terinfeksi maksimum	Tingkat Penyembuhan
Jan 01, 2010	0.02	56,300.18
Jan 01, 2011	-7.59	28,181.73
Jan 01, 2012	-2.48	14,086.58
Jan 01, 2013	-6.89	7,047.65
Jan 01, 2014	-3.87	3,551.02
Jan 01, 2015	-7.48	1,715.42
Jan 01, 2016	-6.99	819.46
Jan 01, 2017	-16.33	431.14
Jan 01, 2018	-62.49	209.16
Jan 01, 2019	-26.23	90.79
Jan 01, 2020	-38.48	83.98



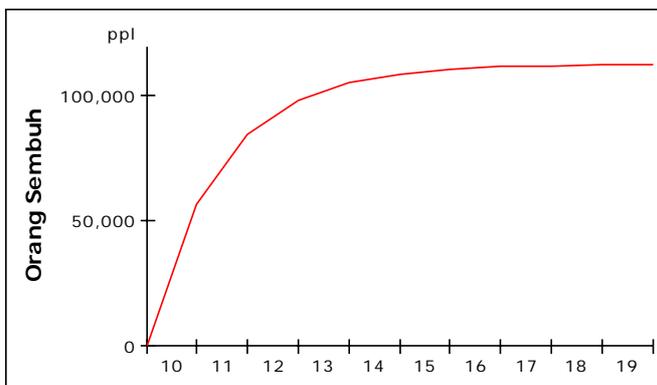
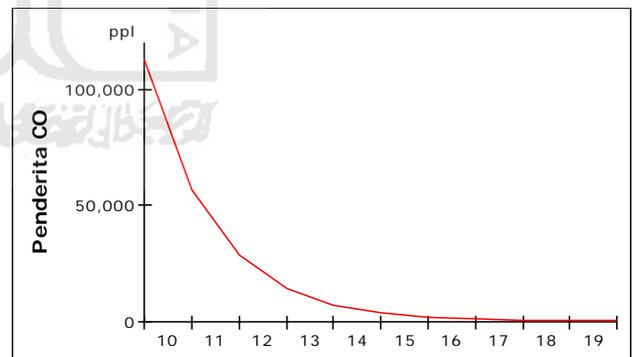
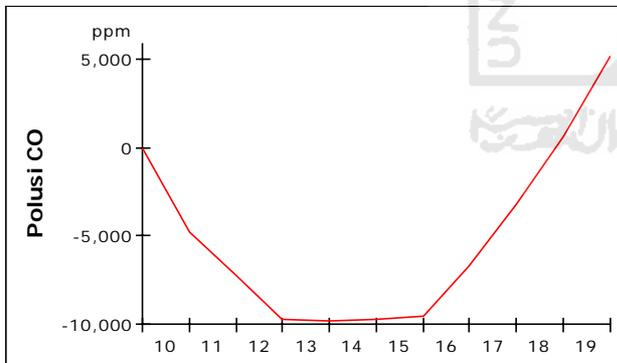
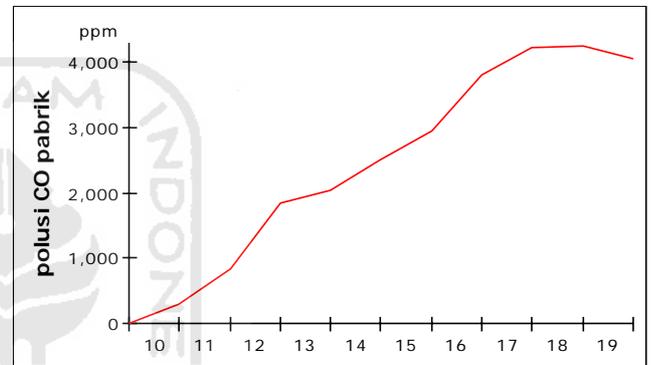
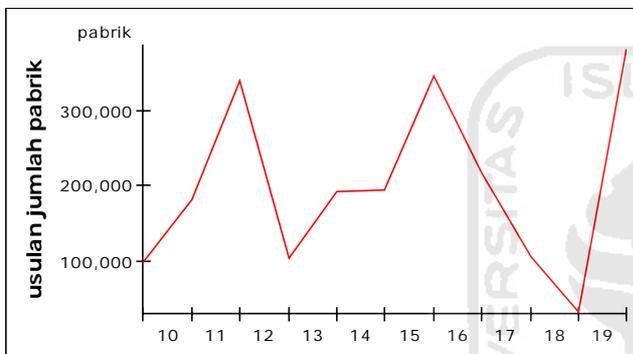
(ppi)

Time	Penderita CO	Orang Sembuh
Jan 01, 2010	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	56,543.84	56,300.18
Jan 01, 2012	28,354.52	84,481.91
Jan 01, 2013	14,265.47	98,568.48
Jan 01, 2014	7,210.92	105,616.14
Jan 01, 2015	3,656.04	109,167.15
Jan 01, 2016	1,933.14	110,882.57
Jan 01, 2017	1,106.70	111,702.03
Jan 01, 2018	659.23	112,133.17
Jan 01, 2019	387.58	112,342.32
Jan 01, 2020	270.56	112,433.11



Output Simulasi Model Desain Eksperimen RANDOM(0,390000)*1<<pabrik>>

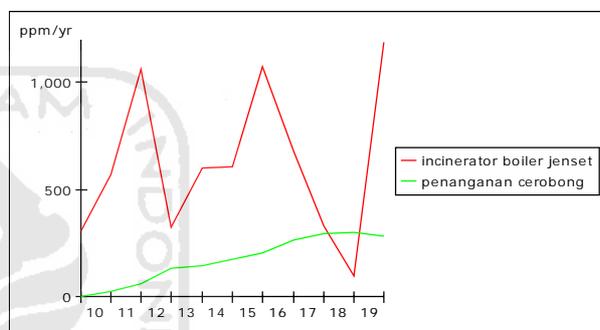
Time	usulan jumlah pabrik (pabrik)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)
Jan 01, 2010	97,909.98	35.00	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	182,581.09	-4,813.49	56,526.57	56,317.44
Jan 01, 2012	341,421.40	-7,236.17	28,288.81	84,496.28
Jan 01, 2013	103,076.85	-9,687.14	14,272.32	98,504.67
Jan 01, 2014	193,539.10	-9,803.65	7,198.66	105,564.14
Jan 01, 2015	194,425.06	-9,696.44	3,711.84	109,044.00
Jan 01, 2016	346,296.65	-9,545.20	1,909.86	110,836.14
Jan 01, 2017	218,039.56	-6,670.44	1,050.55	111,692.93
Jan 01, 2018	105,323.50	-3,217.06	632.42	112,096.64
Jan 01, 2019	31,119.85	596.69	366.51	112,360.00
Jan 01, 2020	382,244.42	5,178.63	261.25	112,465.53



Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)
Jan 01, 2010	0.37	35.00	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	304.57	-4,813.49	56,526.57	56,317.44
Jan 01, 2012	850.60	-7,236.17	28,288.81	84,496.28
Jan 01, 2013	1,852.04	-9,687.14	14,272.32	98,504.67
Jan 01, 2014	2,042.94	-9,803.65	7,198.66	105,564.14
Jan 01, 2015	2,501.59	-9,696.44	3,711.84	109,044.00
Jan 01, 2016	2,930.95	-9,545.20	1,909.86	110,836.14
Jan 01, 2017	3,802.20	-6,670.44	1,050.55	111,692.93
Jan 01, 2018	4,214.08	-3,217.06	632.42	112,096.64
Jan 01, 2019	4,246.96	596.69	366.51	112,360.00
Jan 01, 2020	4,046.98	5,178.63	261.25	112,465.53

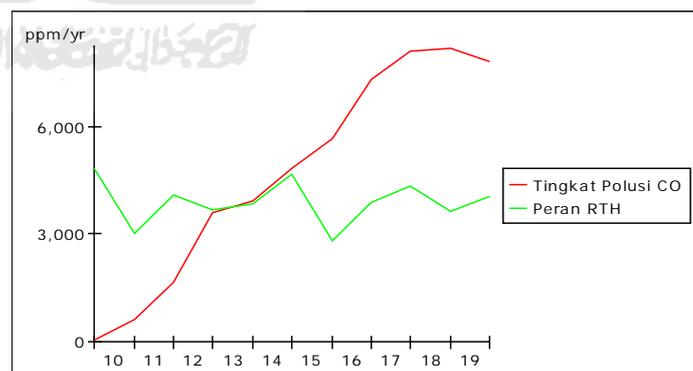
(ppm/yr)

Time	incinerator boiler jenset	penanganan cerobong
Jan 01, 2010	304.22	0.03
Jan 01, 2011	567.31	21.28
Jan 01, 2012	1,060.85	59.42
Jan 01, 2013	320.28	129.38
Jan 01, 2014	601.36	142.71
Jan 01, 2015	604.11	174.75
Jan 01, 2016	1,076.00	204.74
Jan 01, 2017	677.49	265.61
Jan 01, 2018	327.26	294.38
Jan 01, 2019	96.69	296.67
Jan 01, 2020	1,187.70	282.71



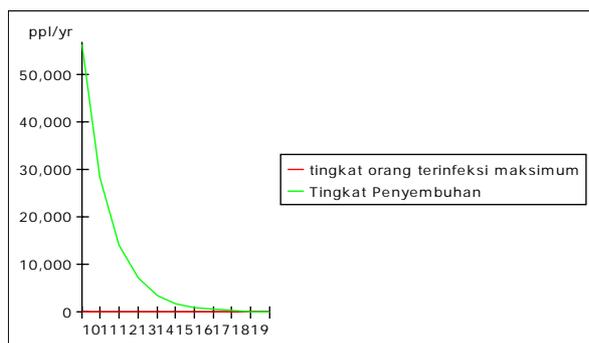
(ppm/yr)

Time	Tingkat Polusi CO	Peran RTH
Jan 01, 2010	0.72	4,849.21
Jan 01, 2011	588.84	3,011.52
Jan 01, 2012	1,644.51	4,095.48
Jan 01, 2013	3,580.62	3,697.13
Jan 01, 2014	3,949.70	3,842.49
Jan 01, 2015	4,836.42	4,685.19
Jan 01, 2016	5,666.52	2,791.76
Jan 01, 2017	7,350.96	3,897.58
Jan 01, 2018	8,147.27	4,333.53
Jan 01, 2019	8,210.84	3,628.89
Jan 01, 2020	7,824.21	4,064.49



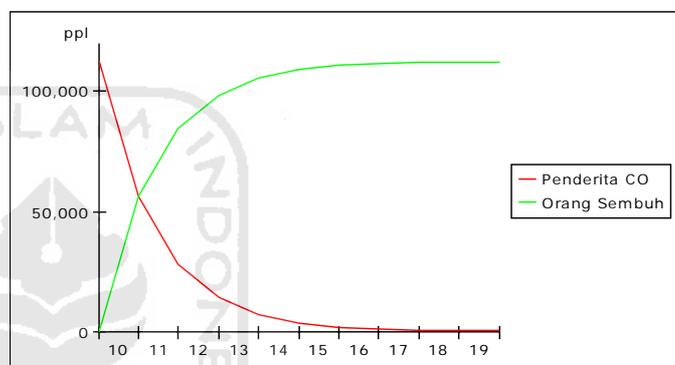
(ppl/yr)

Time	tingkat orang terinfeksi maksimum	Tingkat Penyembuhan
Jan 01, 2010	9.98e-3	56,317.44
Jan 01, 2011	-58.91	28,178.85
Jan 01, 2012	-8.10	14,008.39
Jan 01, 2013	-14.20	7,059.47
Jan 01, 2014	-6.96	3,479.86
Jan 01, 2015	-9.83	1,792.14
Jan 01, 2016	-2.52	856.79
Jan 01, 2017	-14.42	403.71
Jan 01, 2018	-2.55	263.36
Jan 01, 2019	0.26	105.52
Jan 01, 2020	1.38	31.39



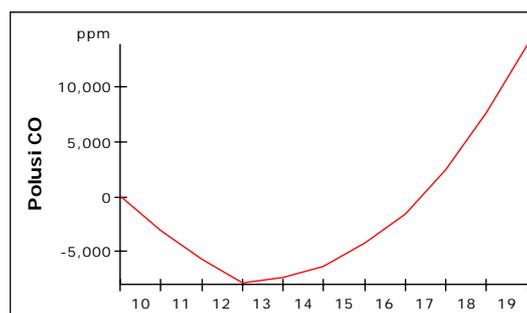
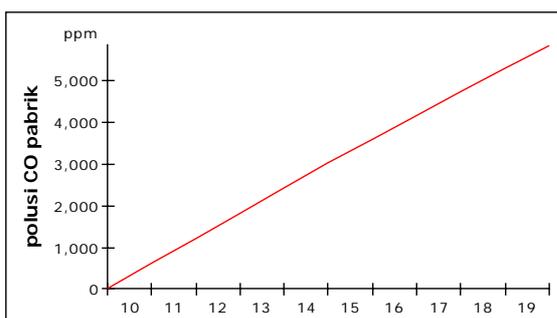
(ppl)

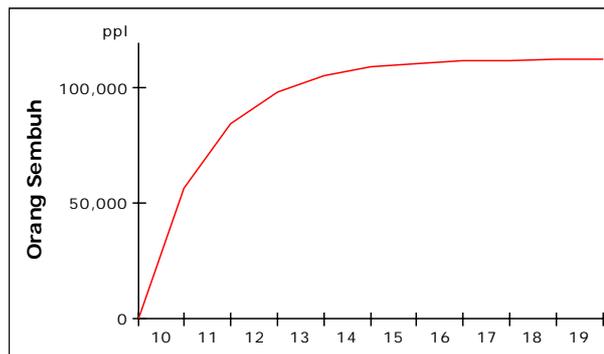
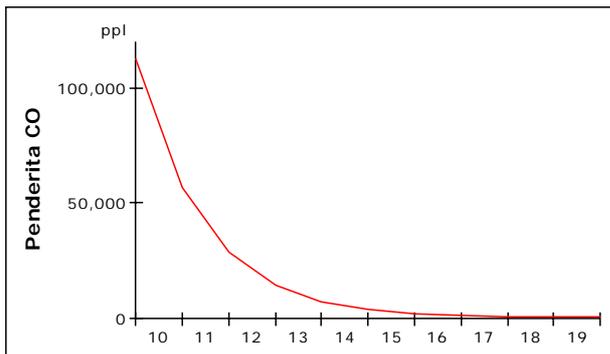
Time	Penderita CO	Orang Sembuh
Jan 01, 2010	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	56,526.57	56,317.44
Jan 01, 2012	28,288.81	84,496.28
Jan 01, 2013	14,272.32	98,504.67
Jan 01, 2014	7,198.66	105,564.14
Jan 01, 2015	3,711.84	109,044.00
Jan 01, 2016	1,909.86	110,836.14
Jan 01, 2017	1,050.55	111,692.93
Jan 01, 2018	632.42	112,096.64
Jan 01, 2019	366.51	112,360.00
Jan 01, 2020	261.25	112,465.53



Output Simulasi Model Desain Eksperimen 199635<<pabrik>>

Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)	jumlah pabrik (pabrik)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00	199,635.00
Jan 01, 2011	620.67	-3,068.72	56,539.55	56,304.53	199,635.00
Jan 01, 2012	1,232.89	-5,699.48	28,343.20	84,499.95	199,635.00
Jan 01, 2013	1,837.15	-7,880.42	14,248.48	98,592.71	199,635.00
Jan 01, 2014	2,433.54	-7,425.32	7,223.93	105,592.79	199,635.00
Jan 01, 2015	3,022.17	-6,387.86	3,718.09	109,095.99	199,635.00
Jan 01, 2016	3,603.14	-4,268.78	1,964.05	110,845.11	199,635.00
Jan 01, 2017	4,176.55	-1,580.22	1,034.71	111,773.16	199,635.00
Jan 01, 2018	4,742.50	2,451.32	619.27	112,187.77	199,635.00
Jan 01, 2019	5,301.09	7,633.16	373.62	112,434.55	199,635.00
Jan 01, 2020	5,852.40	13,903.14	311.07	112,501.02	199,635.00

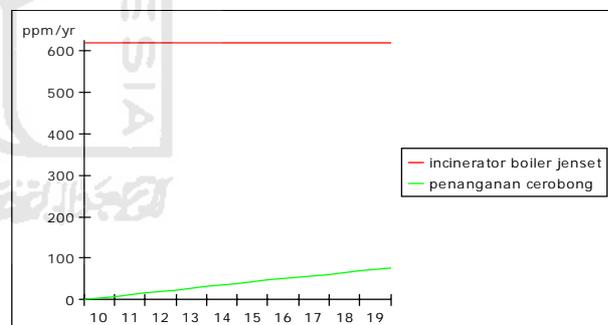




Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	620.67	-3,068.72	56,539.55	56,304.53
Jan 01, 2012	1,232.89	-5,699.48	28,343.20	84,499.95
Jan 01, 2013	1,837.15	-7,880.42	14,248.48	98,592.71
Jan 01, 2014	2,433.54	-7,425.32	7,223.93	105,592.79
Jan 01, 2015	3,022.17	-6,387.86	3,718.09	109,095.99
Jan 01, 2016	3,603.14	-4,268.78	1,964.05	110,845.11
Jan 01, 2017	4,176.55	-1,580.22	1,034.71	111,773.16
Jan 01, 2018	4,742.50	2,451.32	619.27	112,187.77
Jan 01, 2019	5,301.09	7,633.16	373.62	112,434.55
Jan 01, 2020	5,852.40	13,903.14	311.07	112,501.02

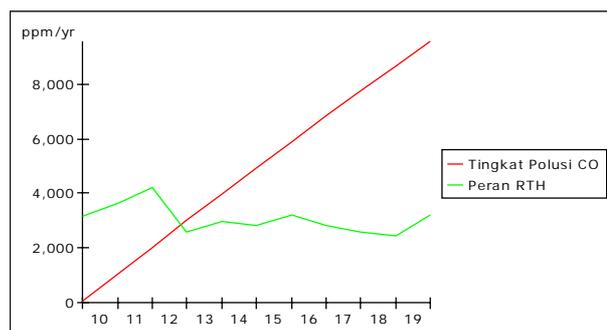
(ppm/yr)

Time	incinerator boiler jenset	penanganan cerobong
Jan 01, 2010	620.30	4.85e-3
Jan 01, 2011	620.30	8.08
Jan 01, 2012	620.30	16.04
Jan 01, 2013	620.30	23.91
Jan 01, 2014	620.30	31.67
Jan 01, 2015	620.30	39.33
Jan 01, 2016	620.30	46.89
Jan 01, 2017	620.30	54.35
Jan 01, 2018	620.30	61.71
Jan 01, 2019	620.30	68.98
Jan 01, 2020	620.30	76.16

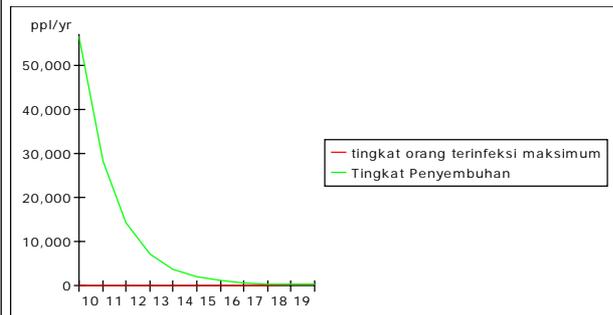


(ppm/yr)

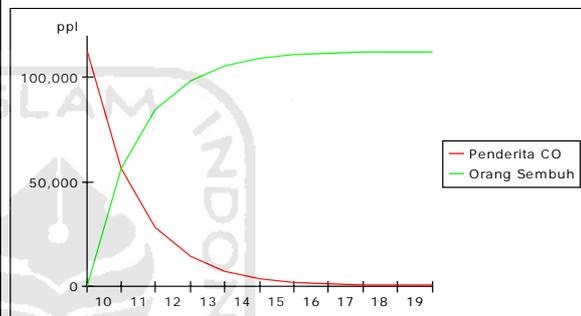
Time	Tingkat Polusi CO	Peran RTH
Jan 01, 2010	0.61	3,135.23
Jan 01, 2011	1,016.89	3,647.64
Jan 01, 2012	2,019.94	4,200.89
Jan 01, 2013	3,009.94	2,554.83
Jan 01, 2014	3,987.05	2,949.59
Jan 01, 2015	4,951.45	2,832.37
Jan 01, 2016	5,903.30	3,214.75
Jan 01, 2017	6,842.77	2,811.23
Jan 01, 2018	7,770.01	2,588.16
Jan 01, 2019	8,685.18	2,415.20
Jan 01, 2020	9,588.44	3,179.60



(ppl/yr)		
Time	tingkat orang terinfeksi maksimum	Tingkat Penyembuhan
Jan 01, 2010	0.07	56,304.53
Jan 01, 2011	-0.92	28,195.43
Jan 01, 2012	-1.96	14,092.76
Jan 01, 2013	-24.47	7,000.08
Jan 01, 2014	-2.64	3,503.20
Jan 01, 2015	-4.92	1,749.12
Jan 01, 2016	-1.28	928.06
Jan 01, 2017	-0.84	414.60
Jan 01, 2018	1.13	246.78
Jan 01, 2019	3.92	66.47
Jan 01, 2020	5.93	86.04

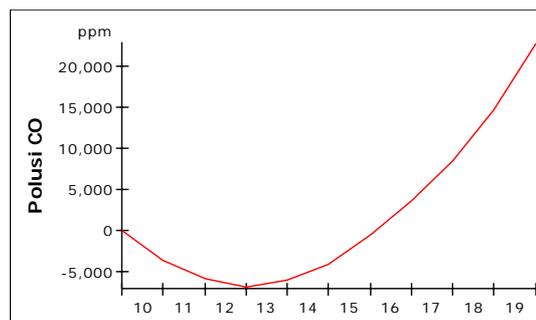
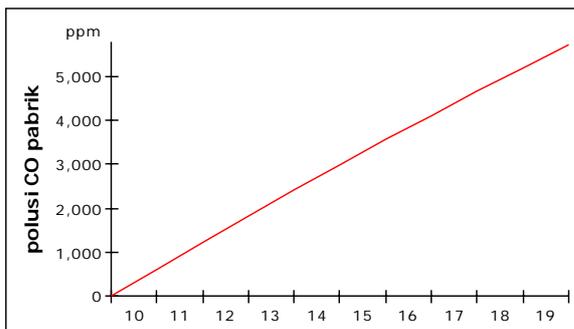


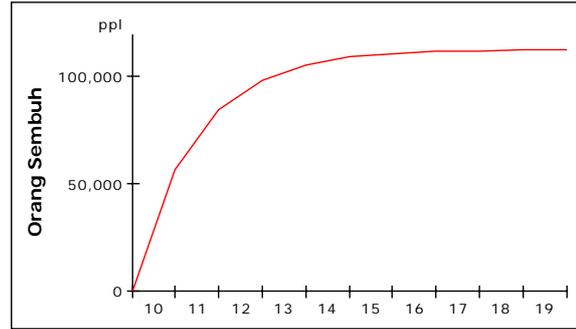
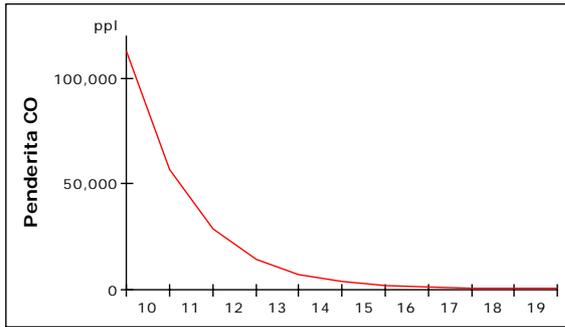
(ppl)		
Time	Penderita CO	Orang Sembuh
Jan 01, 2010	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	56,539.55	56,304.53
Jan 01, 2012	28,343.20	84,499.95
Jan 01, 2013	14,248.48	98,592.71
Jan 01, 2014	7,223.93	105,592.79
Jan 01, 2015	3,718.09	109,095.99
Jan 01, 2016	1,964.05	110,845.11
Jan 01, 2017	1,034.71	111,773.16
Jan 01, 2018	619.27	112,187.77
Jan 01, 2019	373.62	112,434.55
Jan 01, 2020	311.07	112,501.02



Output Simulasi Model Desain Eksperimen 199634<<pabrik>>

Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)	jumlah pabrik (pabrik)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00	199,634.00
Jan 01, 2011	620.66	-3,519.78	56,563.86	56,280.43	199,634.00
Jan 01, 2012	1,229.75	-5,727.08	28,330.67	84,511.42	199,634.00
Jan 01, 2013	1,827.84	-6,776.93	14,309.00	98,531.43	199,634.00
Jan 01, 2014	2,415.13	-5,969.35	7,216.96	105,619.42	199,634.00
Jan 01, 2015	2,991.82	-3,995.99	3,729.38	109,105.15	199,634.00
Jan 01, 2016	3,558.09	-411.29	1,918.40	110,914.88	199,634.00
Jan 01, 2017	4,114.13	3,591.89	1,028.76	111,804.38	199,634.00
Jan 01, 2018	4,660.14	8,405.60	575.58	112,258.60	199,634.00
Jan 01, 2019	5,196.28	14,697.61	357.24	112,482.48	199,634.00
Jan 01, 2020	5,722.75	22,797.18	332.55	112,513.08	199,634.00

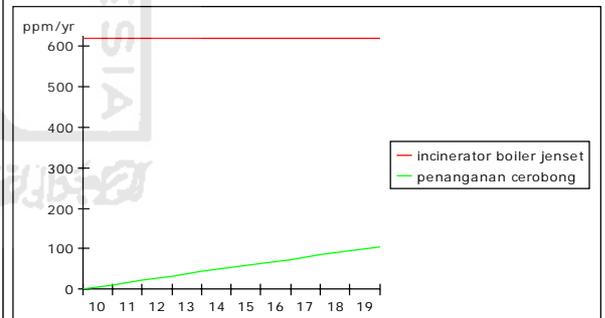




Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	620.66	-3,519.78	56,563.86	56,280.43
Jan 01, 2012	1,229.75	-5,727.08	28,330.67	84,511.42
Jan 01, 2013	1,827.84	-6,776.93	14,309.00	98,531.43
Jan 01, 2014	2,415.13	-5,969.35	7,216.96	105,619.42
Jan 01, 2015	2,991.82	-3,995.99	3,729.38	109,105.15
Jan 01, 2016	3,558.09	-411.29	1,918.40	110,914.88
Jan 01, 2017	4,114.13	3,591.89	1,028.76	111,804.38
Jan 01, 2018	4,660.14	8,405.60	575.58	112,258.60
Jan 01, 2019	5,196.28	14,697.61	357.24	112,482.48
Jan 01, 2020	5,722.75	22,797.18	332.55	112,513.08

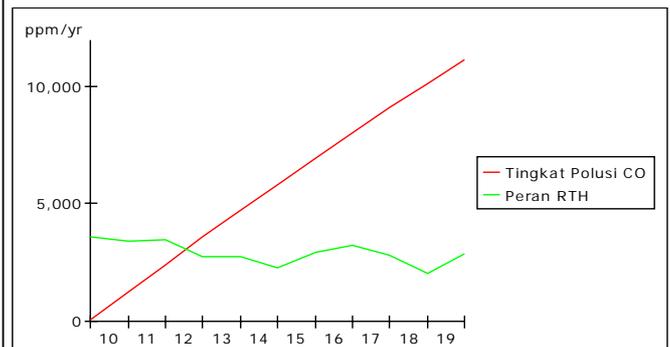
(ppm/yr)

Time	incinerator boiler jenset	penanganan cerobong
Jan 01, 2010	620.30	6.73e-3
Jan 01, 2011	620.30	11.21
Jan 01, 2012	620.30	22.21
Jan 01, 2013	620.30	33.01
Jan 01, 2014	620.30	43.61
Jan 01, 2015	620.30	54.02
Jan 01, 2016	620.30	64.25
Jan 01, 2017	620.30	74.29
Jan 01, 2018	620.30	84.15
Jan 01, 2019	620.30	93.83
Jan 01, 2020	620.30	103.34



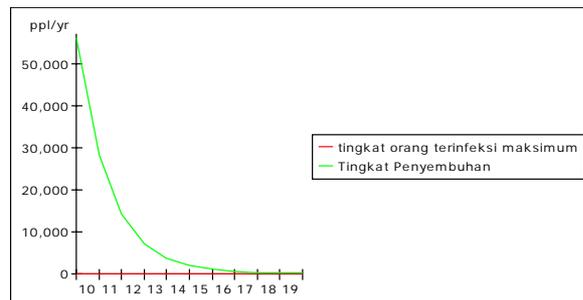
(ppm/yr)

Time	Tingkat Polusi CO	Peran RTH
Jan 01, 2010	0.73	3,586.41
Jan 01, 2011	1,209.39	3,416.68
Jan 01, 2012	2,396.23	3,446.09
Jan 01, 2013	3,561.64	2,754.06
Jan 01, 2014	4,706.00	2,732.63
Jan 01, 2015	5,829.70	2,245.01
Jan 01, 2016	6,933.11	2,929.93
Jan 01, 2017	8,016.60	3,202.88
Jan 01, 2018	9,080.51	2,788.51
Jan 01, 2019	10,125.22	2,025.65
Jan 01, 2020	11,151.06	2,831.70



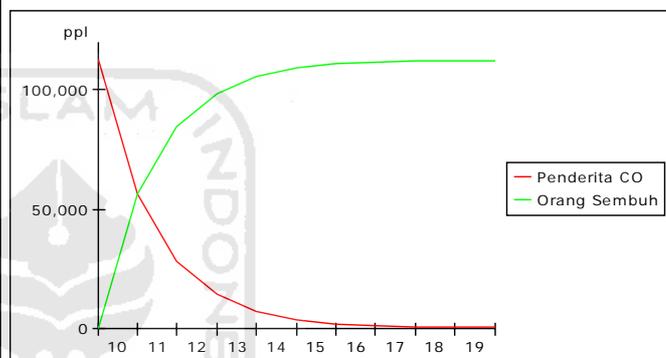
(ppl/yr)

Time	tingkat orang terinfeksi maksimum	Tingkat Penyembuhan
Jan 01, 2010	0.29	56,280.43
Jan 01, 2011	-2.20	28,230.99
Jan 01, 2012	-1.66	14,020.01
Jan 01, 2013	-4.05	7,088.00
Jan 01, 2014	-1.85	3,485.73
Jan 01, 2015	-1.26	1,809.73
Jan 01, 2016	-0.14	889.50
Jan 01, 2017	1.04	454.22
Jan 01, 2018	5.55	223.88
Jan 01, 2019	5.90	30.60
Jan 01, 2020	5.75	57.24



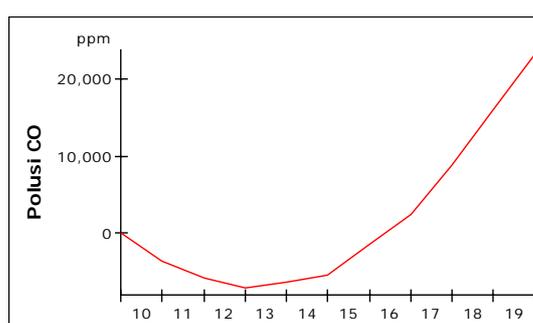
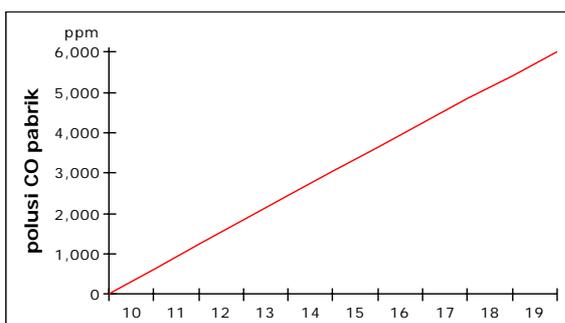
(ppl)

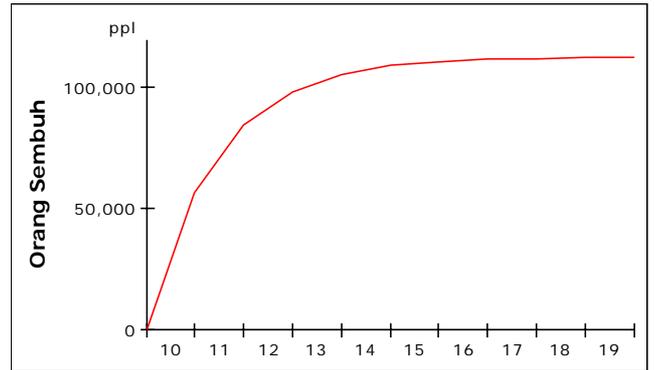
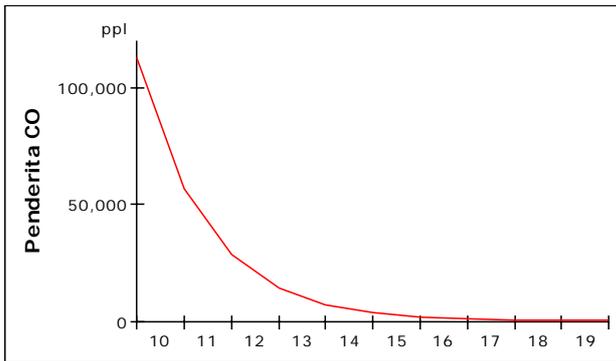
Time	Penderita CO	Orang Sembuh
Jan 01, 2010	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	56,563.86	56,280.43
Jan 01, 2012	28,330.67	84,511.42
Jan 01, 2013	14,309.00	98,531.43
Jan 01, 2014	7,216.96	105,619.42
Jan 01, 2015	3,729.38	109,105.15
Jan 01, 2016	1,918.40	110,914.88
Jan 01, 2017	1,028.76	111,804.38
Jan 01, 2018	575.58	112,258.60
Jan 01, 2019	357.24	112,482.48
Jan 01, 2020	332.55	112,513.08



Output Simulasi Model Desain Eksperimen 199.633<<pabrik>>

Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)	jumlah pabrik (pabrik)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00	199,633.00
Jan 01, 2011	620.66	-3,618.71	56,539.15	56,304.89	199,633.00
Jan 01, 2012	1,236.36	-5,742.65	28,390.54	84,451.53	199,633.00
Jan 01, 2013	1,847.48	-7,005.54	14,254.96	98,583.50	199,633.00
Jan 01, 2014	2,454.08	-6,278.69	7,231.85	105,596.94	199,633.00
Jan 01, 2015	3,056.19	-5,345.68	3,679.18	109,146.00	199,633.00
Jan 01, 2016	3,653.83	-1,340.16	1,976.28	110,847.27	199,633.00
Jan 01, 2017	4,247.04	2,469.49	1,103.16	111,719.42	199,633.00
Jan 01, 2018	4,835.85	8,820.46	675.57	112,149.88	199,633.00
Jan 01, 2019	5,420.30	16,005.22	450.95	112,381.97	199,633.00
Jan 01, 2020	6,000.41	23,362.03	415.70	112,467.18	199,633.00

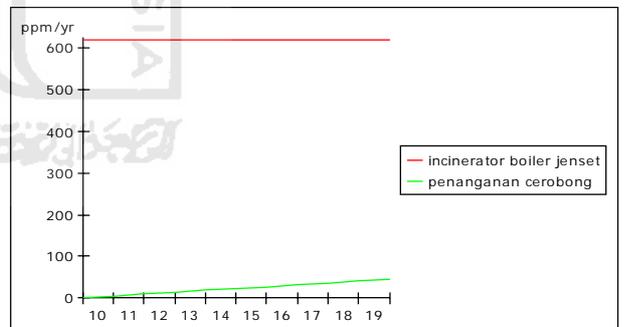




Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	620.66	-3,618.71	56,539.15	56,304.89
Jan 01, 2012	1,236.36	-5,742.65	28,390.54	84,451.53
Jan 01, 2013	1,847.48	-7,005.54	14,254.96	98,583.50
Jan 01, 2014	2,454.08	-6,278.69	7,231.85	105,596.94
Jan 01, 2015	3,056.19	-5,345.68	3,679.18	109,146.00
Jan 01, 2016	3,653.83	-1,340.16	1,976.28	110,847.27
Jan 01, 2017	4,247.04	2,469.49	1,103.16	111,719.42
Jan 01, 2018	4,835.85	8,820.46	675.57	112,149.88
Jan 01, 2019	5,420.30	16,005.22	450.95	112,381.97
Jan 01, 2020	6,000.41	23,362.03	415.70	112,467.18

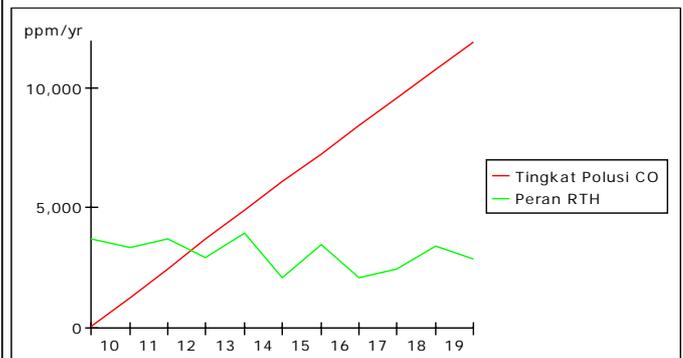
(ppm/yr)

Time	incinerator boiler jenset	penanganan cerobong
Jan 01, 2010	620.29	2.76e-3
Jan 01, 2011	620.29	4.60
Jan 01, 2012	620.29	9.16
Jan 01, 2013	620.29	13.69
Jan 01, 2014	620.29	18.19
Jan 01, 2015	620.29	22.65
Jan 01, 2016	620.29	27.08
Jan 01, 2017	620.29	31.48
Jan 01, 2018	620.29	35.84
Jan 01, 2019	620.29	40.18
Jan 01, 2020	620.29	44.48

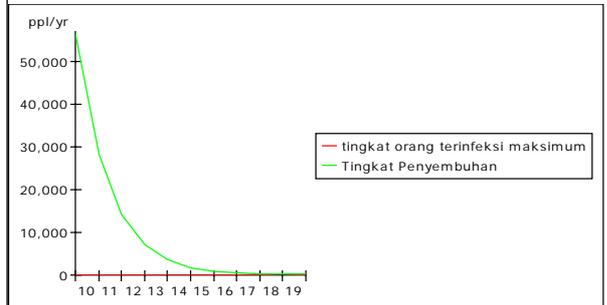


(ppm/yr)

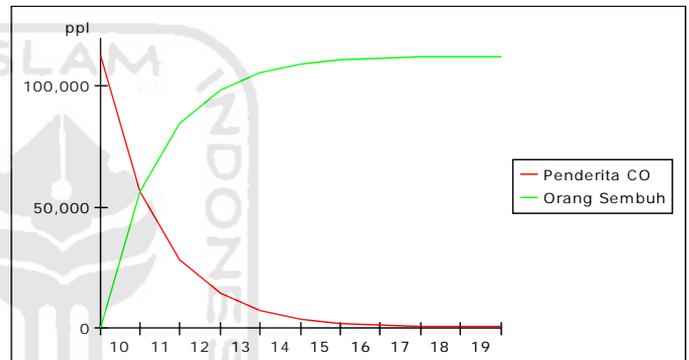
Time	Tingkat Polusi CO	Peran RTH
Jan 01, 2010	0.74	3,685.35
Jan 01, 2011	1,233.73	3,357.67
Jan 01, 2012	2,457.58	3,720.46
Jan 01, 2013	3,672.35	2,945.50
Jan 01, 2014	4,878.12	3,945.11
Jan 01, 2015	6,074.96	2,069.45
Jan 01, 2016	7,262.92	3,453.27
Jan 01, 2017	8,442.08	2,091.11
Jan 01, 2018	9,612.50	2,427.74
Jan 01, 2019	10,774.24	3,417.43
Jan 01, 2020	11,927.37	2,834.80



(ppl/yr)		
Time	tingkat orang terinfeksi maksimum	Tingkat Penyembuhan
Jan 01, 2010	0.04	56,304.89
Jan 01, 2011	-1.97	28,146.64
Jan 01, 2012	-3.60	14,131.97
Jan 01, 2013	-9.66	7,013.45
Jan 01, 2014	-3.62	3,549.05
Jan 01, 2015	-1.63	1,701.28
Jan 01, 2016	-0.97	872.15
Jan 01, 2017	2.86	430.46
Jan 01, 2018	7.48	232.09
Jan 01, 2019	49.96	85.21
Jan 01, 2020	18.08	61.13

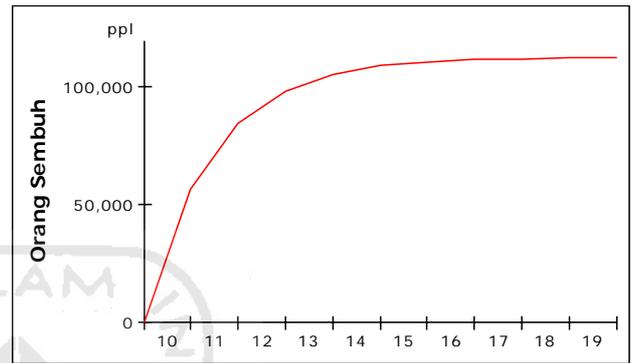
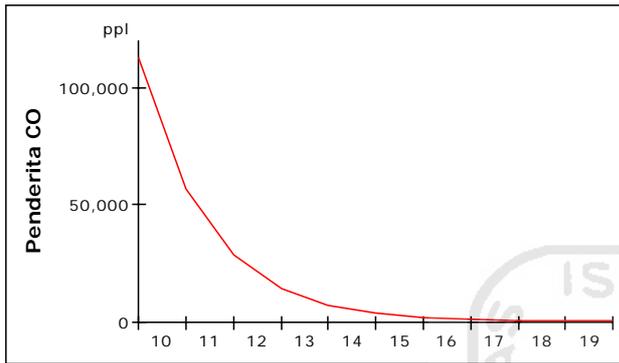
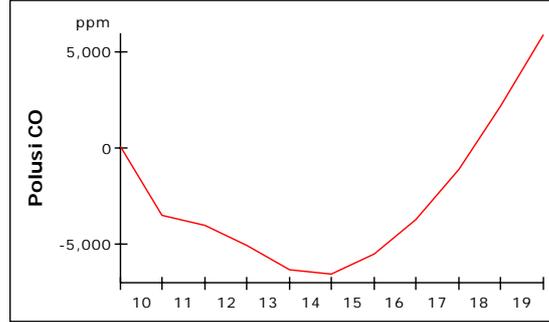
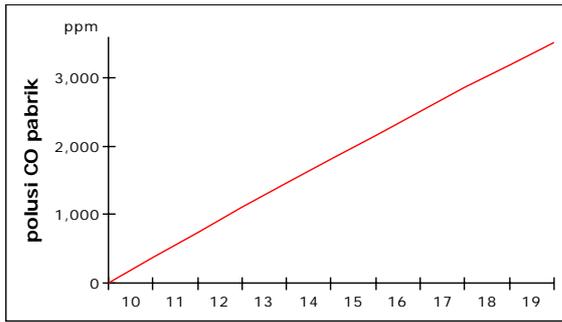


(ppl)		
Time	Penderita CO	Orang Sembuh
Jan 01, 2010	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	56,539.15	56,304.89
Jan 01, 2012	28,390.54	84,451.53
Jan 01, 2013	14,254.96	98,583.50
Jan 01, 2014	7,231.85	105,596.94
Jan 01, 2015	3,679.18	109,146.00
Jan 01, 2016	1,976.28	110,847.27
Jan 01, 2017	1,103.16	111,719.42
Jan 01, 2018	675.57	112,149.88
Jan 01, 2019	450.95	112,381.97
Jan 01, 2020	415.70	112,467.18



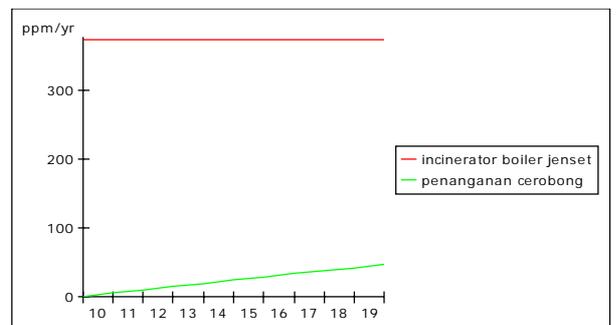
Output Simulasi Model Desain Eksperimen 120.000<<pabrik>>

Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)	jumlah pabrik (pabrik)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00	120,000.00
Jan 01, 2011	373.23	-3,514.27	56,560.51	56,283.55	120,000.00
Jan 01, 2012	741.21	-4,057.15	28,412.60	84,427.27	120,000.00
Jan 01, 2013	1,104.39	-5,089.98	14,288.92	98,549.27	120,000.00
Jan 01, 2014	1,462.82	-6,362.06	7,252.28	105,583.93	120,000.00
Jan 01, 2015	1,816.58	-6,562.50	3,752.44	109,080.99	120,000.00
Jan 01, 2016	2,165.71	-5,504.57	1,912.52	110,898.24	120,000.00
Jan 01, 2017	2,510.28	-3,701.28	1,067.97	111,740.57	120,000.00
Jan 01, 2018	2,850.35	-1,078.59	606.37	112,199.02	120,000.00
Jan 01, 2019	3,185.98	2,191.78	381.28	112,423.82	120,000.00
Jan 01, 2020	3,517.22	5,858.43	251.73	112,555.23	120,000.00



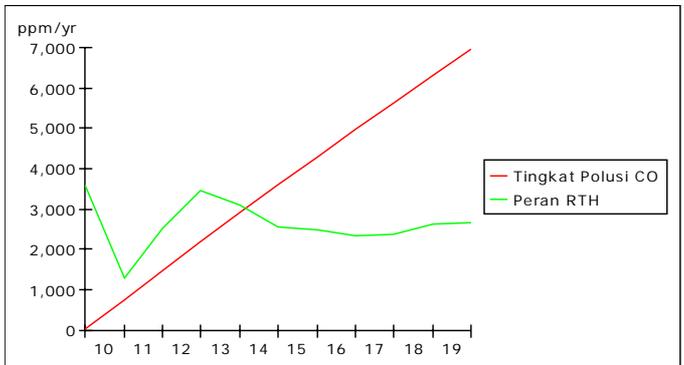
Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppi)	Orang Sembuh (ppi)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	373.23	-3,514.27	56,560.51	56,283.55
Jan 01, 2012	741.21	-4,057.15	28,412.60	84,427.27
Jan 01, 2013	1,104.39	-5,089.98	14,288.92	98,549.27
Jan 01, 2014	1,462.82	-6,362.06	7,252.28	105,583.93
Jan 01, 2015	1,816.58	-6,562.50	3,752.44	109,080.99
Jan 01, 2016	2,165.71	-5,504.57	1,912.52	110,898.24
Jan 01, 2017	2,510.28	-3,701.28	1,067.97	111,740.57
Jan 01, 2018	2,850.35	-1,078.59	606.37	112,199.02
Jan 01, 2019	3,185.98	2,191.78	381.28	112,423.82
Jan 01, 2020	3,517.22	5,858.43	251.73	112,555.23

(ppm/yr)		
Time	incinerator boiler jenset	penanganan cerobong
Jan 01, 2010	372.86	4.87e-3
Jan 01, 2011	372.86	4.88
Jan 01, 2012	372.86	9.68
Jan 01, 2013	372.86	14.43
Jan 01, 2014	372.86	19.11
Jan 01, 2015	372.86	23.73
Jan 01, 2016	372.86	28.29
Jan 01, 2017	372.86	32.79
Jan 01, 2018	372.86	37.23
Jan 01, 2019	372.86	41.62
Jan 01, 2020	372.86	45.94



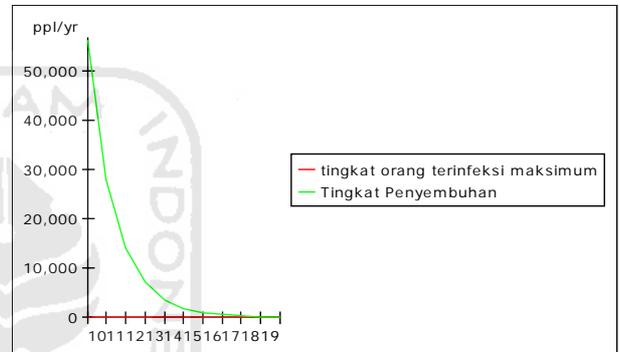
(ppm/yr)

Time	Tingkat Polusi CO	Peran RTH
Jan 01, 2010	0.74	3,580.90
Jan 01, 2011	738.10	1,280.98
Jan 01, 2012	1,465.84	2,498.68
Jan 01, 2013	2,184.07	3,456.15
Jan 01, 2014	2,892.92	3,093.35
Jan 01, 2015	3,592.51	2,534.58
Jan 01, 2016	4,282.96	2,479.66
Jan 01, 2017	4,964.39	2,341.70
Jan 01, 2018	5,636.92	2,366.55
Jan 01, 2019	6,300.66	2,634.01
Jan 01, 2020	6,955.74	2,661.40



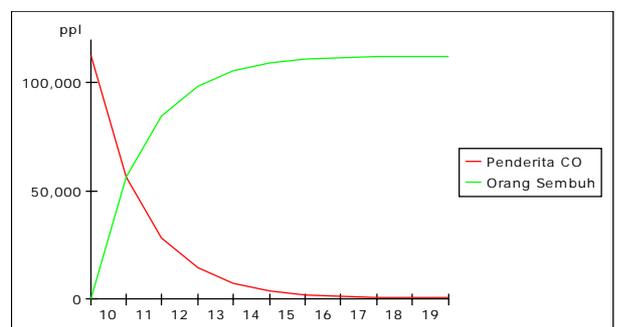
(ppl/yr)

Time	tingkat orang terinfeksi maksimum	Tingkat Penyembuhan
Jan 01, 2010	0.06	56,283.55
Jan 01, 2011	-4.19	28,143.72
Jan 01, 2012	-1.68	14,122.00
Jan 01, 2013	-1.98	7,034.66
Jan 01, 2014	-2.79	3,497.06
Jan 01, 2015	-22.66	1,817.25
Jan 01, 2016	-2.22	842.34
Jan 01, 2017	-3.15	458.45
Jan 01, 2018	-0.29	224.80
Jan 01, 2019	1.86	131.41
Jan 01, 2020	2.45	70.71



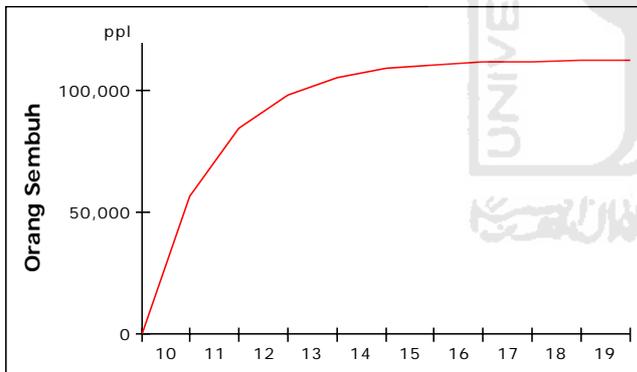
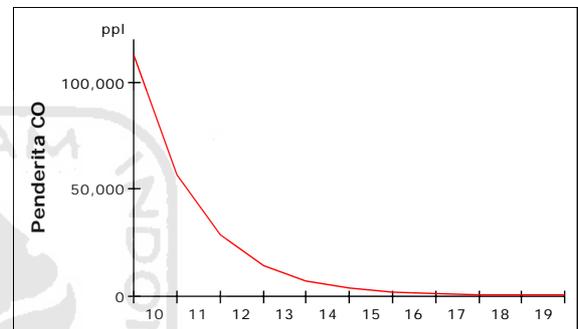
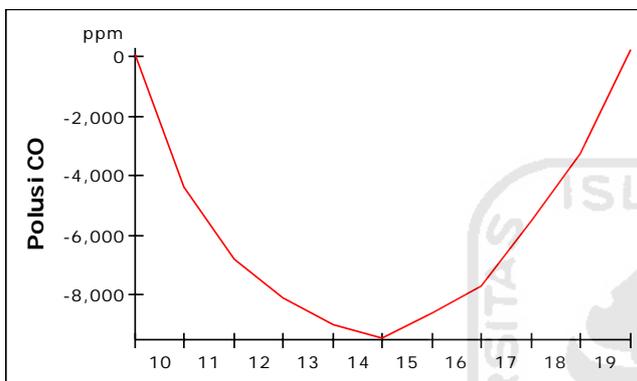
(ppl)

Time	Penderita CO	Orang Sembuh
Jan 01, 2010	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	56,560.51	56,283.55
Jan 01, 2012	28,412.60	84,427.27
Jan 01, 2013	14,288.92	98,549.27
Jan 01, 2014	7,252.28	105,583.93
Jan 01, 2015	3,752.44	109,080.99
Jan 01, 2016	1,912.52	110,898.24
Jan 01, 2017	1,067.97	111,740.57
Jan 01, 2018	606.37	112,199.02
Jan 01, 2019	381.28	112,423.82
Jan 01, 2020	251.73	112,555.23



Output Simulasi Model Desain Eksperimen 110.000<<pabrik>>

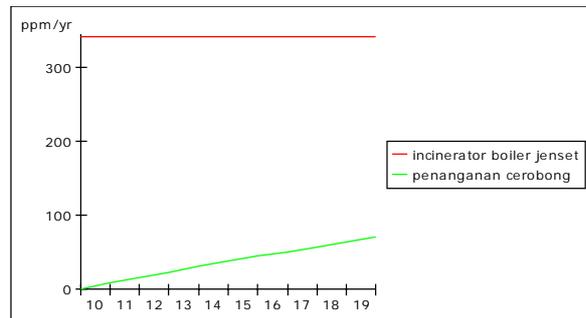
Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)	jumlah pabrik (pabrik)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00	110,000.00
Jan 01, 2011	342.15	-4,370.81	56,481.26	56,362.76	110,000.00
Jan 01, 2012	676.22	-6,820.03	28,363.95	84,473.54	110,000.00
Jan 01, 2013	1,002.75	-8,107.61	14,276.44	98,556.27	110,000.00
Jan 01, 2014	1,321.92	-8,970.67	7,259.14	105,571.26	110,000.00
Jan 01, 2015	1,633.88	-9,426.77	3,709.46	109,116.42	110,000.00
Jan 01, 2016	1,938.81	-8,596.44	1,955.02	110,868.28	110,000.00
Jan 01, 2017	2,236.85	-7,727.94	1,036.19	111,771.16	110,000.00
Jan 01, 2018	2,528.18	-5,523.68	656.29	112,145.75	110,000.00
Jan 01, 2019	2,812.92	-3,252.57	416.45	112,378.16	110,000.00
Jan 01, 2020	3,091.25	246.61	329.25	112,463.52	110,000.00



Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	342.15	-4,370.81	56,481.26	56,362.76
Jan 01, 2012	676.22	-6,820.03	28,363.95	84,473.54
Jan 01, 2013	1,002.75	-8,107.61	14,276.44	98,556.27
Jan 01, 2014	1,321.92	-8,970.67	7,259.14	105,571.26
Jan 01, 2015	1,633.88	-9,426.77	3,709.46	109,116.42
Jan 01, 2016	1,938.81	-8,596.44	1,955.02	110,868.28
Jan 01, 2017	2,236.85	-7,727.94	1,036.19	111,771.16
Jan 01, 2018	2,528.18	-5,523.68	656.29	112,145.75
Jan 01, 2019	2,812.92	-3,252.57	416.45	112,378.16
Jan 01, 2020	3,091.25	246.61	329.25	112,463.52

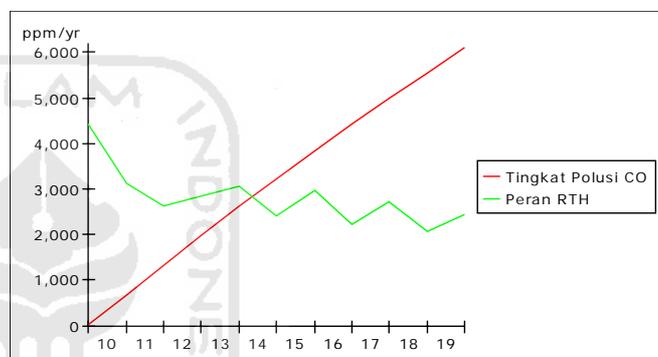
(ppm/yr)

Time	incinerator boiler jenset	penanganan cerobong
Jan 01, 2010	341.79	8.41e-3
Jan 01, 2011	341.79	7.72
Jan 01, 2012	341.79	15.26
Jan 01, 2013	341.79	22.62
Jan 01, 2014	341.79	29.82
Jan 01, 2015	341.79	36.86
Jan 01, 2016	341.79	43.74
Jan 01, 2017	341.79	50.47
Jan 01, 2018	341.79	57.04
Jan 01, 2019	341.79	63.46
Jan 01, 2020	341.79	69.74



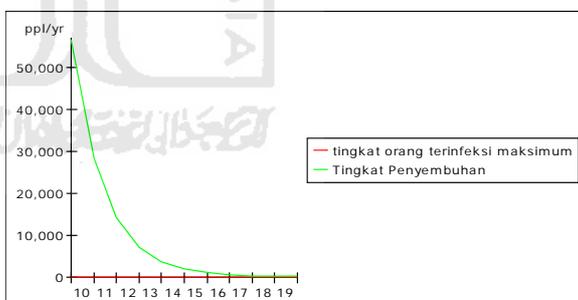
(ppm/yr)

Time	Tingkat Polusi CO	Peran RTH
Jan 01, 2010	0.74	4,437.44
Jan 01, 2011	675.63	3,124.86
Jan 01, 2012	1,335.31	2,622.89
Jan 01, 2013	1,980.10	2,843.15
Jan 01, 2014	2,610.34	3,066.44
Jan 01, 2015	3,226.36	2,396.02
Jan 01, 2016	3,828.48	2,959.98
Jan 01, 2017	4,417.02	2,212.77
Jan 01, 2018	4,992.28	2,721.18
Jan 01, 2019	5,554.57	2,055.38
Jan 01, 2020	6,104.16	2,433.80



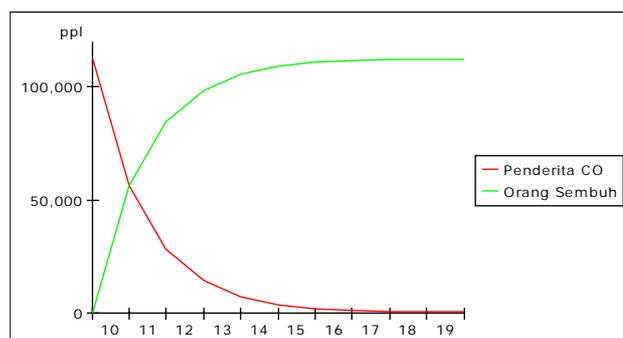
(ppl/yr)

Time	tingkat orang terinfeksi maksimum	Tingkat Penyembuhan
Jan 01, 2010	0.02	56,362.76
Jan 01, 2011	-6.53	28,110.78
Jan 01, 2012	-4.78	14,082.73
Jan 01, 2013	-2.31	7,014.99
Jan 01, 2014	-4.52	3,545.16
Jan 01, 2015	-2.59	1,751.85
Jan 01, 2016	-15.95	902.88
Jan 01, 2017	-5.31	374.59
Jan 01, 2018	-7.42	232.41
Jan 01, 2019	-1.84	85.36
Jan 01, 2020	0.43	56.80



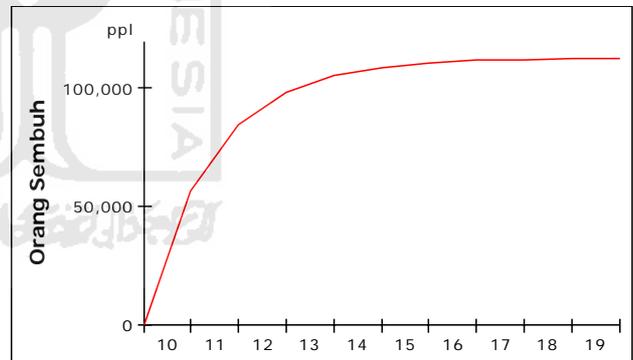
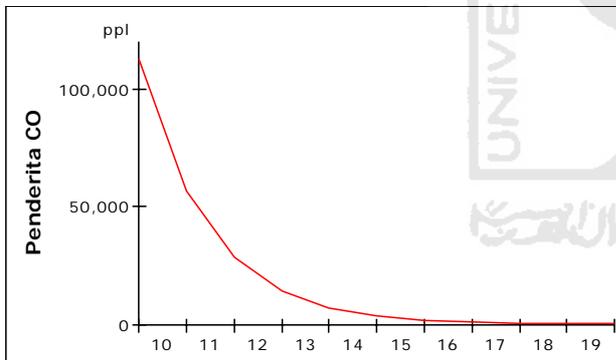
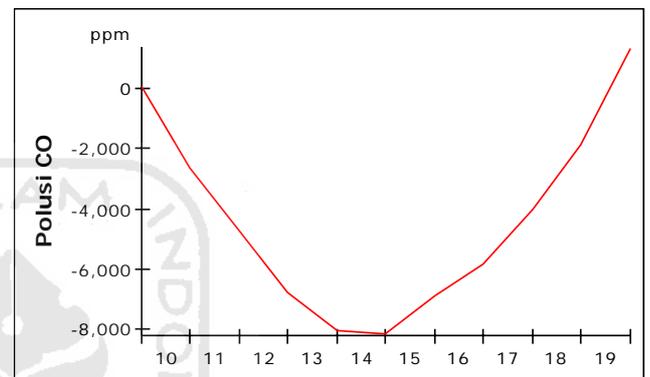
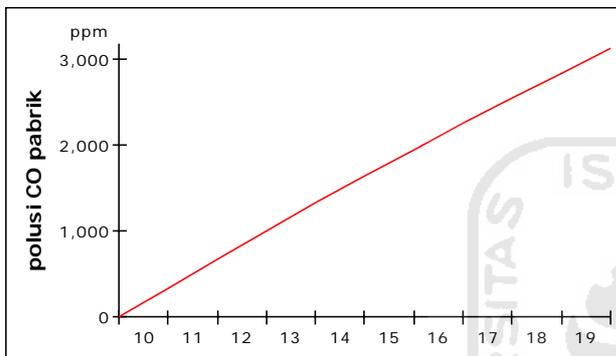
(ppl)

Time	Penderita CO	Orang Sembuh
Jan 01, 2010	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	56,481.26	56,362.76
Jan 01, 2012	28,363.95	84,473.54
Jan 01, 2013	14,276.44	98,556.27
Jan 01, 2014	7,259.14	105,571.26
Jan 01, 2015	3,709.46	109,116.42
Jan 01, 2016	1,955.02	110,868.28
Jan 01, 2017	1,036.19	111,771.16
Jan 01, 2018	656.29	112,145.75
Jan 01, 2019	416.45	112,378.16
Jan 01, 2020	329.25	112,463.52



Output Simulasi Model Desain Eksperimen 109.900<<pabrik>>

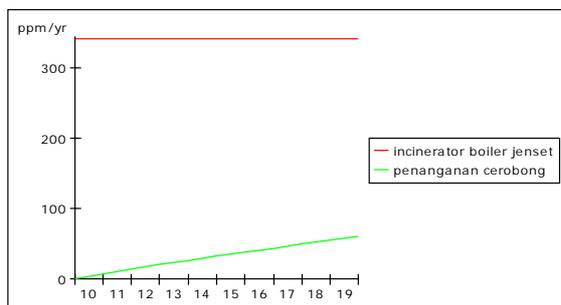
Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)	jumlah pabrik (pabrik)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00	109,900.00
Jan 01, 2011	341.84	-2,652.12	56,518.76	56,325.27	109,900.00
Jan 01, 2012	676.73	-4,706.95	28,382.81	84,460.10	109,900.00
Jan 01, 2013	1,005.16	-6,745.50	14,335.80	98,504.28	109,900.00
Jan 01, 2014	1,327.27	-8,041.09	7,314.60	105,522.84	109,900.00
Jan 01, 2015	1,643.16	-8,130.23	3,796.28	109,038.18	109,900.00
Jan 01, 2016	1,952.96	-6,860.29	1,944.67	110,877.41	109,900.00
Jan 01, 2017	2,256.80	-5,853.88	1,056.51	111,736.92	109,900.00
Jan 01, 2018	2,554.77	-4,011.76	585.57	112,204.63	109,900.00
Jan 01, 2019	2,847.00	-1,847.82	342.37	112,446.76	109,900.00
Jan 01, 2020	3,133.60	1,323.06	249.55	112,536.14	109,900.00



Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	341.84	-2,652.12	56,518.76	56,325.27
Jan 01, 2012	676.73	-4,706.95	28,382.81	84,460.10
Jan 01, 2013	1,005.16	-6,745.50	14,335.80	98,504.28
Jan 01, 2014	1,327.27	-8,041.09	7,314.60	105,522.84
Jan 01, 2015	1,643.16	-8,130.23	3,796.28	109,038.18
Jan 01, 2016	1,952.96	-6,860.29	1,944.67	110,877.41
Jan 01, 2017	2,256.80	-5,853.88	1,056.51	111,736.92
Jan 01, 2018	2,554.77	-4,011.76	585.57	112,204.63
Jan 01, 2019	2,847.00	-1,847.82	342.37	112,446.76
Jan 01, 2020	3,133.60	1,323.06	249.55	112,536.14

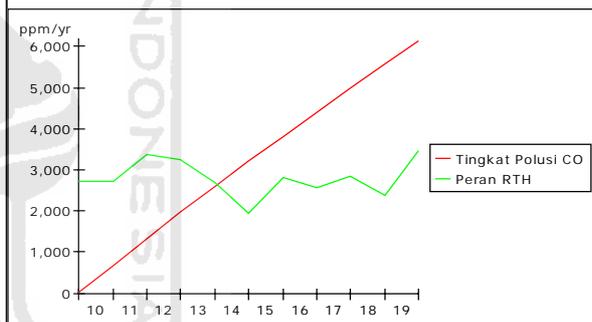
(ppm/yr)

Time	incinerator boiler jenset	penanganan cerobong
Jan 01, 2010	341.48	7.19e
Jan 01, 2011	341.48	6.
Jan 01, 2012	341.48	13.
Jan 01, 2013	341.48	19.
Jan 01, 2014	341.48	25.
Jan 01, 2015	341.48	31.
Jan 01, 2016	341.48	37.
Jan 01, 2017	341.48	43.
Jan 01, 2018	341.48	49.
Jan 01, 2019	341.48	54.



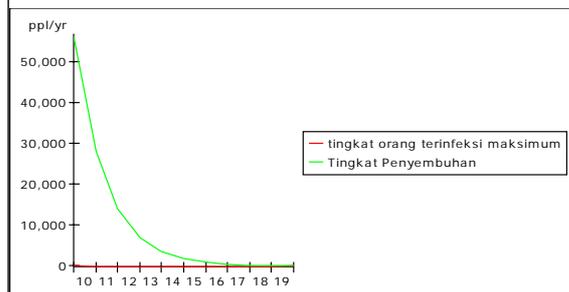
(ppm/yr)

Time	Tingkat Polusi CO	Peran RTH
Jan 01, 2010	0.73	2,718.75
Jan 01, 2011	667.84	2,722.66
Jan 01, 2012	1,322.08	3,360.63
Jan 01, 2013	1,963.72	3,259.31
Jan 01, 2014	2,592.99	2,682.12
Jan 01, 2015	3,210.13	1,940.19
Jan 01, 2016	3,815.37	2,808.95
Jan 01, 2017	4,408.94	2,566.83
Jan 01, 2018	4,991.08	2,827.13
Jan 01, 2019	5,561.99	2,391.11
Jan 01, 2020	6,121.90	3,452.87



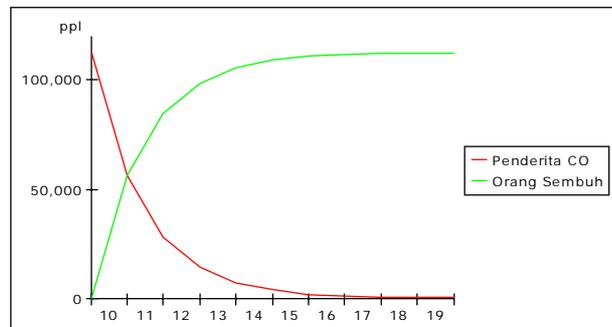
(ppl/yr)

Time	tingkat orang terinfeksi maksimum	Tingkat Penyembuhan
Jan 01, 2010	0.03	56,325.27
Jan 01, 2011	-1.12	28,134.83
Jan 01, 2012	-2.83	14,044.19
Jan 01, 2013	-2.65	7,018.56
Jan 01, 2014	-2.98	3,515.34
Jan 01, 2015	-12.38	1,839.23
Jan 01, 2016	-28.64	859.51
Jan 01, 2017	-3.24	467.71
Jan 01, 2018	-1.07	242.13
Jan 01, 2019	-3.44	89.38
Jan 01, 2020	0.54	70.94



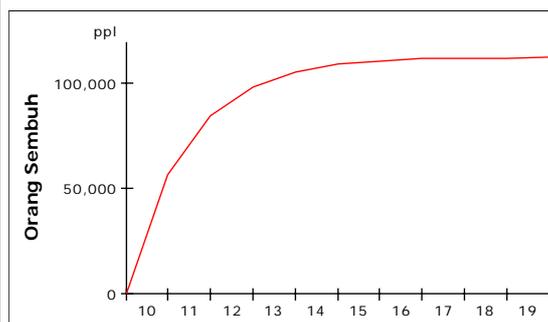
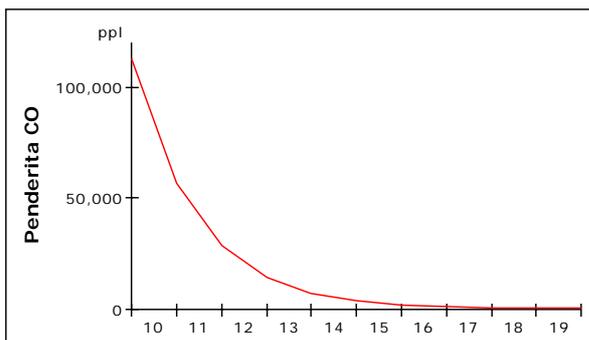
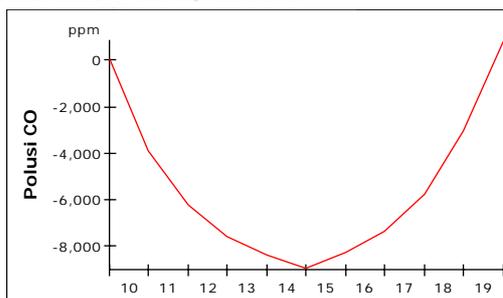
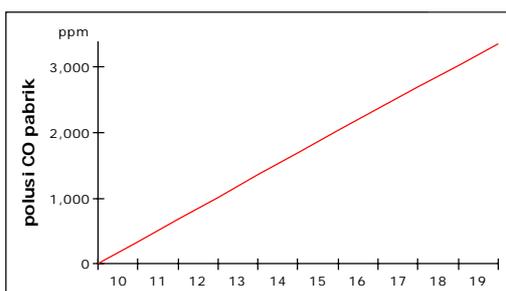
(ppl)

Time	Penderita CO	Orang Sembuh
Jan 01, 2010	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	56,518.76	56,325.27
Jan 01, 2012	28,382.81	84,460.10
Jan 01, 2013	14,335.80	98,504.28
Jan 01, 2014	7,314.60	105,522.84
Jan 01, 2015	3,796.28	109,038.18
Jan 01, 2016	1,944.67	110,877.41
Jan 01, 2017	1,056.51	111,736.92
Jan 01, 2018	585.57	112,204.63
Jan 01, 2019	342.37	112,446.76
Jan 01, 2020	249.55	112,536.14



Output Simulasi Model Desain Eksperimen 109.818<<pabrik>>

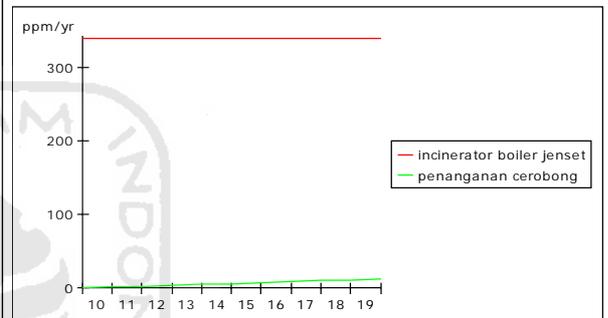
Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)	jumlah pabrik (pabrik)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00	109,818.00
Jan 01, 2011	341.59	-3,900.02	56,528.31	56,315.72	109,818.00
Jan 01, 2012	681.53	-6,198.70	28,385.00	84,457.41	109,818.00
Jan 01, 2013	1,020.19	-7,593.25	14,269.50	98,570.43	109,818.00
Jan 01, 2014	1,357.57	-8,365.02	7,193.27	105,642.72	109,818.00
Jan 01, 2015	1,693.68	-8,966.77	3,713.58	109,118.86	109,818.00
Jan 01, 2016	2,028.53	-8,276.57	1,874.73	110,887.47	109,818.00
Jan 01, 2017	2,362.12	-7,377.42	1,004.31	111,755.62	109,818.00
Jan 01, 2018	2,694.45	-5,742.50	610.48	112,138.85	109,818.00
Jan 01, 2019	3,025.53	-3,066.40	414.55	112,329.82	109,818.00
Jan 01, 2020	3,355.36	810.47	289.25	112,454.31	109,818.00



Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	341.59	-3,900.02	56,528.31	56,315.72
Jan 01, 2012	681.53	-6,198.70	28,385.00	84,457.41
Jan 01, 2013	1,020.19	-7,593.25	14,269.50	98,570.43
Jan 01, 2014	1,357.57	-8,365.02	7,193.27	105,642.72
Jan 01, 2015	1,693.68	-8,966.77	3,713.58	109,118.86
Jan 01, 2016	2,028.53	-8,276.57	1,874.73	110,887.47
Jan 01, 2017	2,362.12	-7,377.42	1,004.31	111,755.62
Jan 01, 2018	2,694.45	-5,742.50	610.48	112,138.85
Jan 01, 2019	3,025.53	-3,066.40	414.55	112,329.82
Jan 01, 2020	3,355.36	810.47	289.25	112,454.31

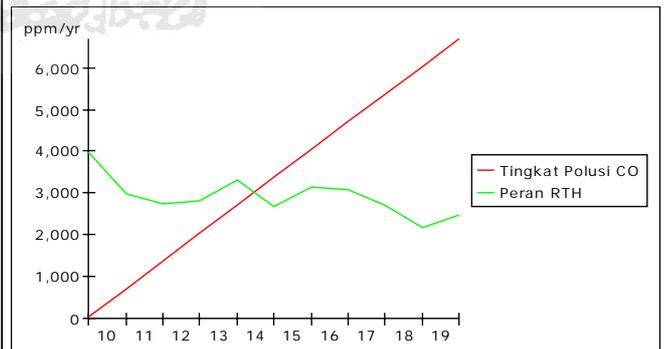
(ppm/yr)

Time	incinerator boiler jenset	penanganan cerobong
Jan 01, 2010	341.22	1.4e-3
Jan 01, 2011	341.22	1.29
Jan 01, 2012	341.22	2.57
Jan 01, 2013	341.22	3.84
Jan 01, 2014	341.22	5.11
Jan 01, 2015	341.22	6.38
Jan 01, 2016	341.22	7.64
Jan 01, 2017	341.22	8.89
Jan 01, 2018	341.22	10.14
Jan 01, 2019	341.22	11.39
Jan 01, 2020	341.22	12.63

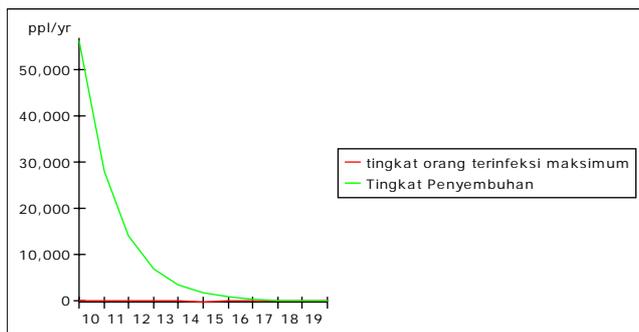


(ppm/yr)

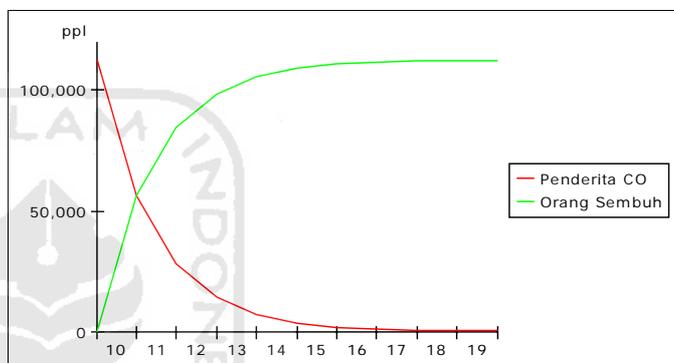
Time	Tingkat Polusi CO	Peran RTH
Jan 01, 2010	0.74	3,966.66
Jan 01, 2011	680.40	2,979.08
Jan 01, 2012	1,357.49	2,752.04
Jan 01, 2013	2,032.04	2,803.81
Jan 01, 2014	2,704.04	3,305.79
Jan 01, 2015	3,373.52	2,683.33
Jan 01, 2016	4,040.48	3,141.32
Jan 01, 2017	4,704.92	3,070.01
Jan 01, 2018	5,366.87	2,690.76
Jan 01, 2019	6,026.32	2,149.45
Jan 01, 2020	6,683.29	2,458.92



(ppl/yr)		
Time	tingkat orang terinfeksi maksimum	Tingkat Penyembuhan
Jan 01, 2010	0.03	56,315.72
Jan 01, 2011	-1.62	28,141.69
Jan 01, 2012	-2.47	14,113.02
Jan 01, 2013	-3.94	7,072.29
Jan 01, 2014	-3.55	3,476.14
Jan 01, 2015	-70.24	1,768.61
Jan 01, 2016	-2.27	868.14
Jan 01, 2017	-10.60	383.23
Jan 01, 2018	-4.97	190.97
Jan 01, 2019	-0.80	124.49
Jan 01, 2020	0.46	35.55

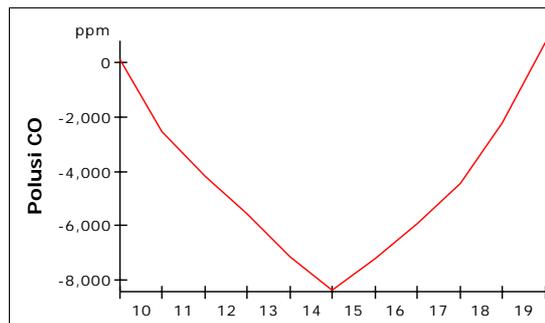
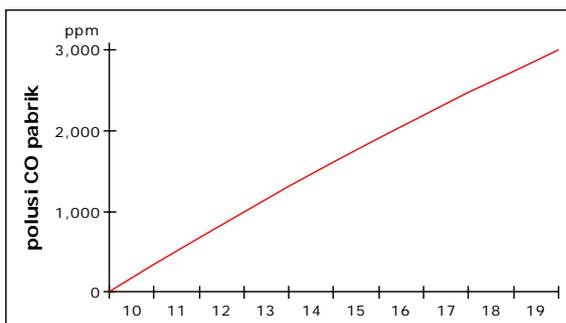


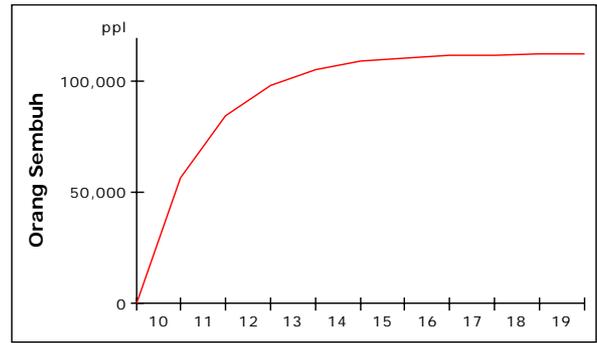
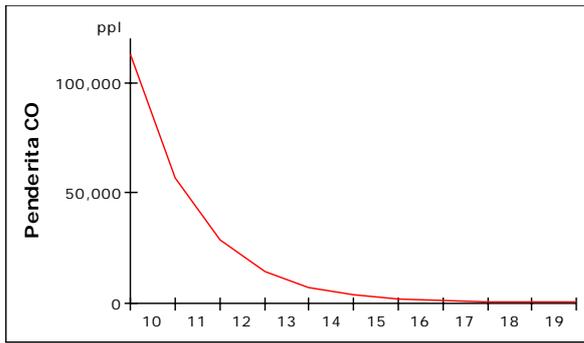
(ppl)		
Time	Penderita CO	Orang Sembuh
Jan 01, 2010	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	56,528.31	56,315.72
Jan 01, 2012	28,385.00	84,457.41
Jan 01, 2013	14,269.50	98,570.43
Jan 01, 2014	7,193.27	105,642.72
Jan 01, 2015	3,713.58	109,118.86
Jan 01, 2016	1,874.73	110,887.47
Jan 01, 2017	1,004.31	111,755.62
Jan 01, 2018	610.48	112,138.85
Jan 01, 2019	414.55	112,329.82
Jan 01, 2020	289.25	112,454.31



Output Simulasi Model Desain Eksperimen 109.817<<pabrik>>

Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)	jumlah pabrik (pabrik)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00	109,817.00
Jan 01, 2011	341.58	-2,567.88	56,535.91	56,308.21	109,817.00
Jan 01, 2012	673.04	-4,182.92	28,356.31	84,487.03	109,817.00
Jan 01, 2013	995.02	-5,578.85	14,307.01	98,534.79	109,817.00
Jan 01, 2014	1,307.79	-7,154.42	7,226.18	105,612.17	109,817.00
Jan 01, 2015	1,611.63	-8,345.32	3,726.67	109,105.19	109,817.00
Jan 01, 2016	1,906.78	-7,205.92	1,930.47	110,893.45	109,817.00
Jan 01, 2017	2,193.49	-5,918.60	1,011.28	111,799.09	109,817.00
Jan 01, 2018	2,472.00	-4,437.28	651.56	112,157.29	109,817.00
Jan 01, 2019	2,742.56	-2,244.82	413.52	112,391.87	109,817.00
Jan 01, 2020	3,005.37	726.21	319.61	112,484.90	109,817.00

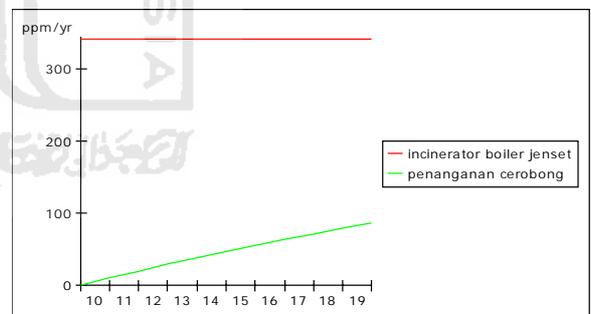




Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	341.58	-2,567.88	56,535.91	56,308.21
Jan 01, 2012	673.04	-4,182.92	28,356.31	84,487.03
Jan 01, 2013	995.02	-5,578.85	14,307.01	98,534.79
Jan 01, 2014	1,307.79	-7,154.42	7,226.18	105,612.17
Jan 01, 2015	1,611.63	-8,345.32	3,726.67	109,105.19
Jan 01, 2016	1,906.78	-7,205.92	1,930.47	110,893.45
Jan 01, 2017	2,193.49	-5,918.60	1,011.28	111,799.09
Jan 01, 2018	2,472.00	-4,437.28	651.56	112,157.29
Jan 01, 2019	2,742.56	-2,244.82	413.52	112,391.87
Jan 01, 2020	3,005.37	726.21	319.61	112,484.90

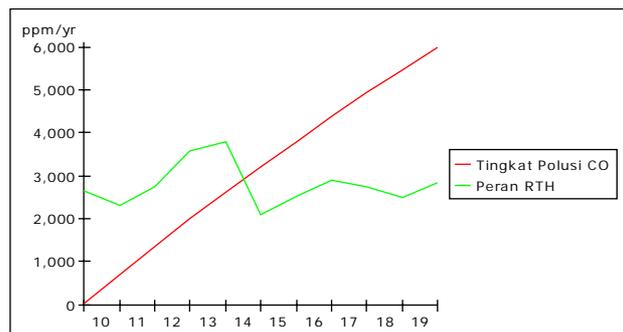
(ppm/yr)

Time	incinerator boiler jenset	penanganan cerobong
Jan 01, 2011	341.22	9.0
Jan 01, 2012	341.22	19.0
Jan 01, 2013	341.22	28.0
Jan 01, 2014	341.22	37.0
Jan 01, 2015	341.22	46.0
Jan 01, 2016	341.22	54.0
Jan 01, 2017	341.22	62.0
Jan 01, 2018	341.22	70.0
Jan 01, 2019	341.22	78.0
Jan 01, 2020	341.22	85.0

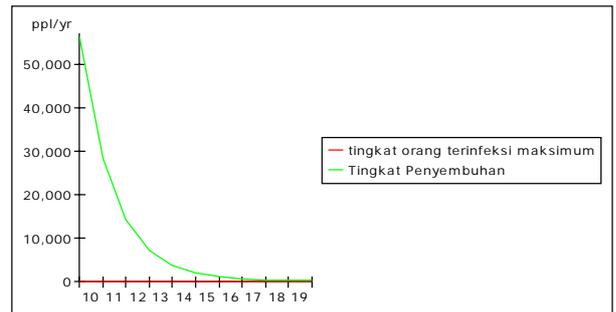


(ppm/yr)

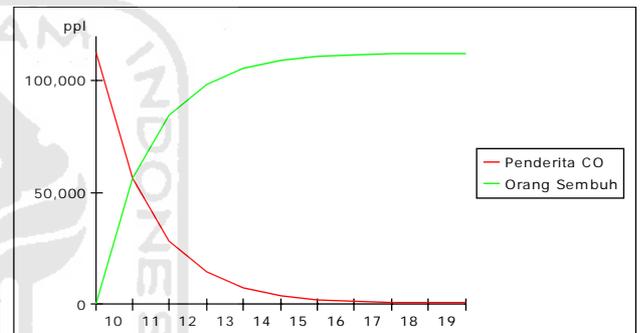
Time	Tingkat Polusi CO	Peran RTH
Jan 01, 2010	0.74	2,634.52
Jan 01, 2011	682.09	2,297.13
Jan 01, 2012	1,343.96	2,739.90
Jan 01, 2013	1,986.91	3,562.48
Jan 01, 2014	2,611.48	3,802.39
Jan 01, 2015	3,218.20	2,078.80
Jan 01, 2016	3,807.57	2,520.25
Jan 01, 2017	4,380.10	2,898.78
Jan 01, 2018	4,936.25	2,743.79
Jan 01, 2019	5,476.51	2,505.49
Jan 01, 2020	6,001.33	2,834.68



(ppl/yr)		
Time	tingkat orang terinfeksi maksimum	Tingkat Penyembuhan
Jan 01, 2010	0.12	56,308.21
Jan 01, 2011	-0.78	28,178.82
Jan 01, 2012	-1.54	14,047.76
Jan 01, 2013	-3.44	7,077.38
Jan 01, 2014	-6.50	3,493.02
Jan 01, 2015	-7.94	1,788.26
Jan 01, 2016	-13.54	905.64
Jan 01, 2017	-1.53	358.19
Jan 01, 2018	-3.46	234.58
Jan 01, 2019	-0.88	93.03
Jan 01, 2020	2.61	86.39

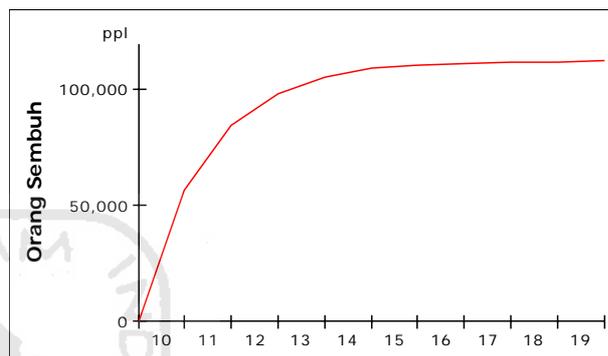
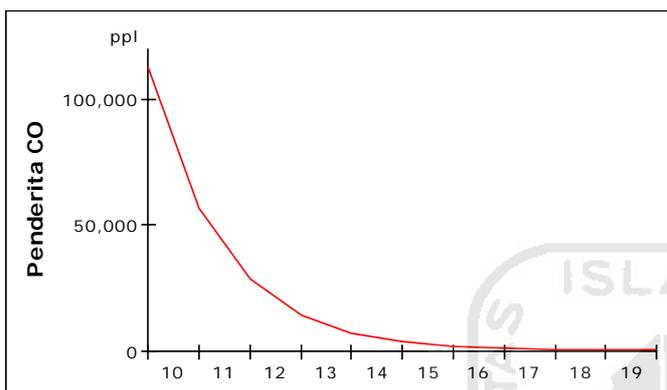
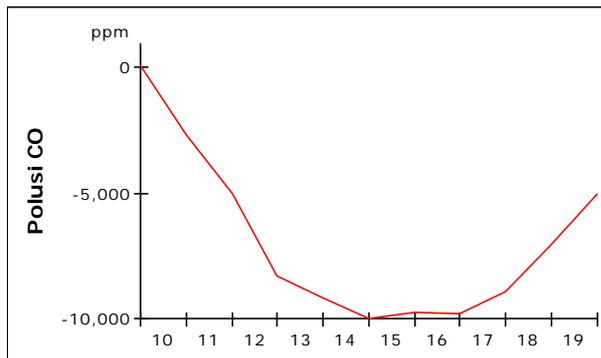
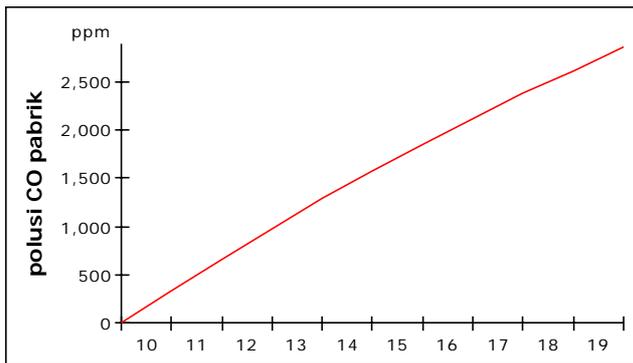


(ppl)		
Time	Penderita CO	Orang Sembuh
Jan 01, 2010	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	56,535.91	56,308.21
Jan 01, 2012	28,356.31	84,487.03
Jan 01, 2013	14,307.01	98,534.79
Jan 01, 2014	7,226.18	105,612.17
Jan 01, 2015	3,726.67	109,105.19
Jan 01, 2016	1,930.47	110,893.45
Jan 01, 2017	1,011.28	111,799.09
Jan 01, 2018	651.56	112,157.29
Jan 01, 2019	413.52	112,391.87
Jan 01, 2020	319.61	112,484.90



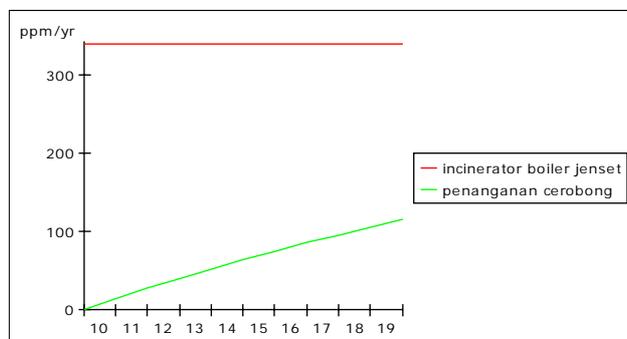
Output Simulasi Model Desain Eksperimen 109.816<<pabrik>>

Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)	jumlah pabrik (pabrik)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00	109,816.00
Jan 01, 2011	341.57	-2,703.69	56,548.77	56,295.26	109,816.00
Jan 01, 2012	668.94	-5,003.89	28,362.21	84,462.59	109,816.00
Jan 01, 2013	983.04	-8,319.03	14,260.27	98,563.22	109,816.00
Jan 01, 2014	1,284.40	-9,192.85	7,266.12	105,555.16	109,816.00
Jan 01, 2015	1,573.55	-9,984.79	3,692.58	109,124.35	109,816.00
Jan 01, 2016	1,850.97	-9,741.47	1,882.74	110,868.70	109,816.00
Jan 01, 2017	2,117.15	-9,797.45	1,064.45	111,681.87	109,816.00
Jan 01, 2018	2,372.53	-8,919.78	515.32	112,112.88	109,816.00
Jan 01, 2019	2,617.56	-7,064.03	309.57	112,312.97	109,816.00
Jan 01, 2020	2,852.66	-5,008.17	251.72	112,365.80	109,816.00



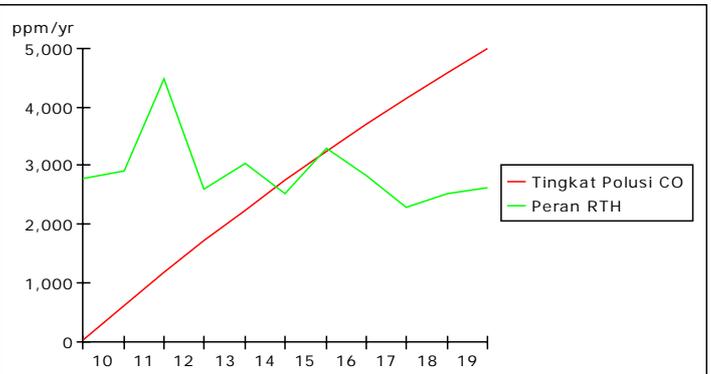
Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	341.57	-2,703.69	56,548.77	56,295.26
Jan 01, 2012	668.94	-5,003.89	28,362.21	84,462.59
Jan 01, 2013	983.04	-8,319.03	14,260.27	98,563.22
Jan 01, 2014	1,284.40	-9,192.85	7,266.12	105,555.16
Jan 01, 2015	1,573.55	-9,984.79	3,692.58	109,124.35
Jan 01, 2016	1,850.97	-9,741.47	1,882.74	110,868.70
Jan 01, 2017	2,117.15	-9,797.45	1,064.45	111,681.87
Jan 01, 2018	2,372.53	-8,919.78	515.32	112,112.88
Jan 01, 2019	2,617.56	-7,064.03	309.57	112,312.97
Jan 01, 2020	2,852.66	-5,008.17	251.72	112,365.80

Time	(ppm/yr)	
	incinerator boiler jenset	penanganan cerobong
Jan 01, 2010	341.22	0.02
Jan 01, 2011	341.22	13.85
Jan 01, 2012	341.22	27.12
Jan 01, 2013	341.22	39.85
Jan 01, 2014	341.22	52.07
Jan 01, 2015	341.22	63.79
Jan 01, 2016	341.22	75.04
Jan 01, 2017	341.22	85.83
Jan 01, 2018	341.22	96.19
Jan 01, 2019	341.22	106.12
Jan 01, 2020	341.22	115.65



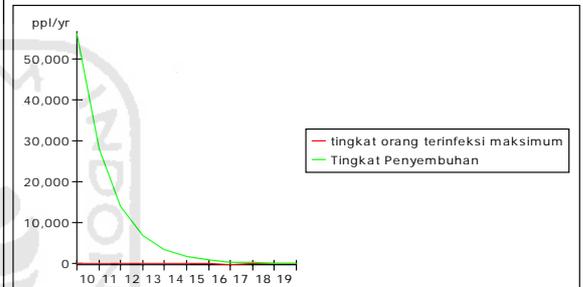
(ppm/yr)

Time	Tingkat Polusi CO	Peran RTH
Jan 01, 2010	0.65	2,770.24
Jan 01, 2011	596.95	2,897.15
Jan 01, 2012	1,169.08	4,484.22
Jan 01, 2013	1,718.00	2,591.83
Jan 01, 2014	2,244.68	3,036.62
Jan 01, 2015	2,750.00	2,506.68
Jan 01, 2016	3,234.84	3,290.82
Jan 01, 2017	3,700.02	2,822.35
Jan 01, 2018	4,146.34	2,290.59
Jan 01, 2019	4,574.57	2,518.72
Jan 01, 2020	4,985.44	2,627.12



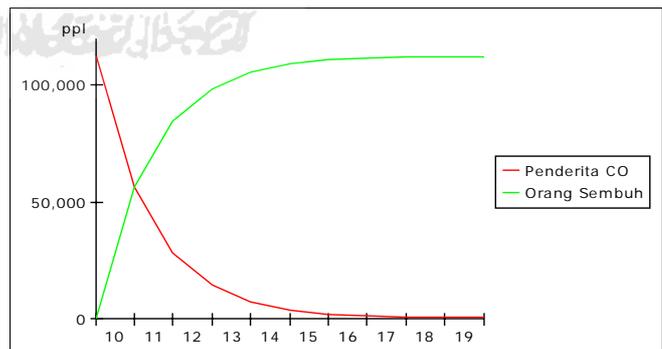
(ppl/yr)

Time	tingkat orang terinfeksi maksimum	Tingkat Penyembuhan
Jan 01, 2010	0.04	56,295.26
Jan 01, 2011	-19.24	28,167.33
Jan 01, 2012	-1.31	14,100.63
Jan 01, 2013	-2.21	6,991.94
Jan 01, 2014	-4.36	3,569.18
Jan 01, 2015	-65.48	1,744.36
Jan 01, 2016	-5.13	813.17
Jan 01, 2017	-118.12	431.01
Jan 01, 2018	-5.67	200.09
Jan 01, 2019	-5.02	52.83
Jan 01, 2020	-1.66	12.27



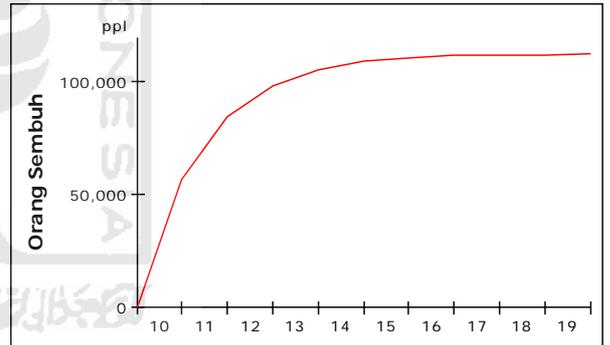
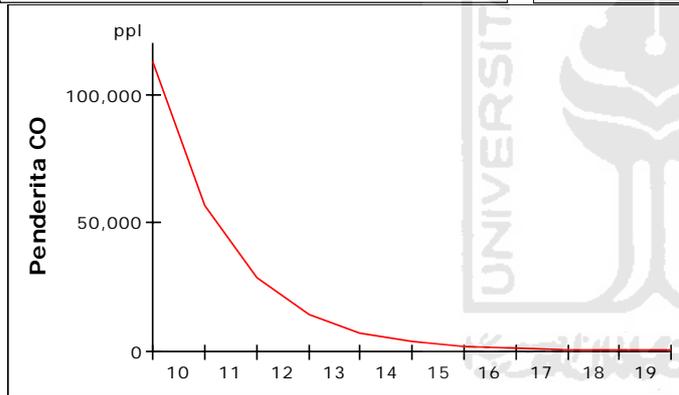
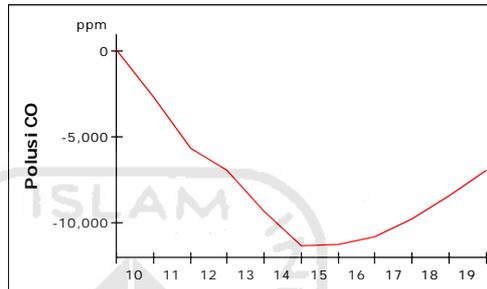
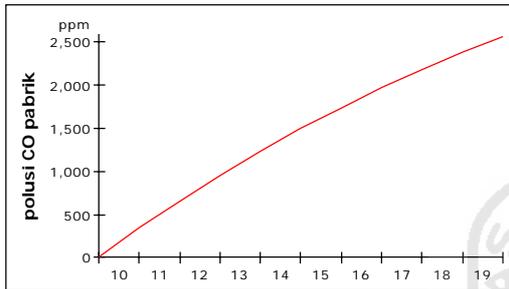
(ppl)

Time	Penderita CO	Orang Sembuh
Jan 01, 2010	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	56,548.77	56,295.26
Jan 01, 2012	28,362.21	84,462.59
Jan 01, 2013	14,260.27	98,563.22
Jan 01, 2014	7,266.12	105,555.16
Jan 01, 2015	3,692.58	109,124.35
Jan 01, 2016	1,882.74	110,868.70
Jan 01, 2017	1,064.45	111,681.87
Jan 01, 2018	515.32	112,112.88
Jan 01, 2019	309.57	112,312.97
Jan 01, 2020	251.72	112,365.80



Output Simulasi Model Desain Eksperimen 109.816<<pabrik>>

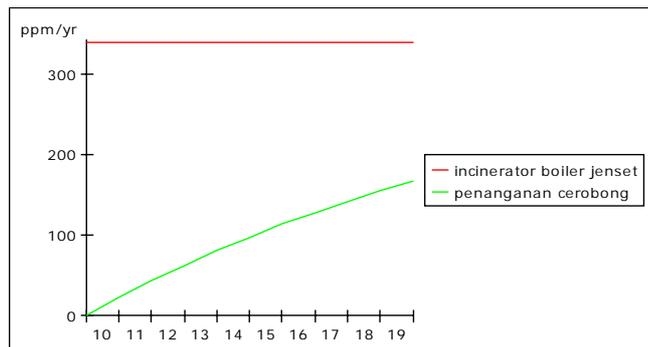
Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)	jumlah pabrik (pabrik)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00	109,815.00
Jan 01, 2011	341.56	-2,713.80	56,475.42	56,368.61	109,815.00
Jan 01, 2012	660.44	-5,674.46	28,351.25	84,485.92	109,815.00
Jan 01, 2013	958.46	-6,957.53	14,262.01	98,573.69	109,815.00
Jan 01, 2014	1,237.00	-9,284.94	7,269.77	105,563.29	109,815.00
Jan 01, 2015	1,497.32	-11,318.44	3,624.27	109,117.08	109,815.00
Jan 01, 2016	1,740.62	-11,249.38	1,861.77	110,875.84	109,815.00
Jan 01, 2017	1,968.01	-10,778.45	981.25	111,752.97	109,815.00
Jan 01, 2018	2,180.52	-9,771.40	594.10	112,136.83	109,815.00
Jan 01, 2019	2,379.14	-8,425.88	398.75	112,328.16	109,815.00
Jan 01, 2020	2,564.78	-6,918.60	331.35	112,388.10	109,815.00



Time	polusi CO pabrik (ppm)	Polusi CO (ppm)	Penderita CO (ppl)	Orang Sembuh (ppl)
Jan 01, 2010	0.37	65.90	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	341.56	-2,713.80	56,475.42	56,368.61
Jan 01, 2012	660.44	-5,674.46	28,351.25	84,485.92
Jan 01, 2013	958.46	-6,957.53	14,262.01	98,573.69
Jan 01, 2014	1,237.00	-9,284.94	7,269.77	105,563.29
Jan 01, 2015	1,497.32	-11,318.44	3,624.27	109,117.08
Jan 01, 2016	1,740.62	-11,249.38	1,861.77	110,875.84
Jan 01, 2017	1,968.01	-10,778.45	981.25	111,752.97
Jan 01, 2018	2,180.52	-9,771.40	594.10	112,136.83
Jan 01, 2019	2,379.14	-8,425.88	398.75	112,328.16
Jan 01, 2020	2,564.78	-6,918.60	331.35	112,388.10

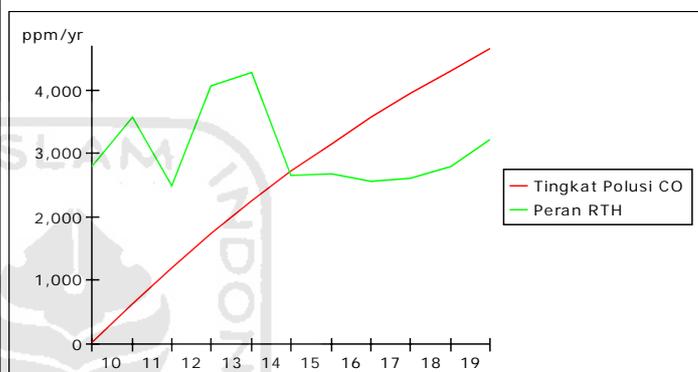
(ppm/yr)

Time	incinerator boiler jenset	penanganan cerobong
Jan 01, 2010	341.21	0.02
Jan 01, 2011	341.21	22.34
Jan 01, 2012	341.21	43.19
Jan 01, 2013	341.21	62.68
Jan 01, 2014	341.21	80.89
Jan 01, 2015	341.21	97.92
Jan 01, 2016	341.21	113.83
Jan 01, 2017	341.21	128.70
Jan 01, 2018	341.21	142.59
Jan 01, 2019	341.21	155.58
Jan 01, 2020	341.21	167.72



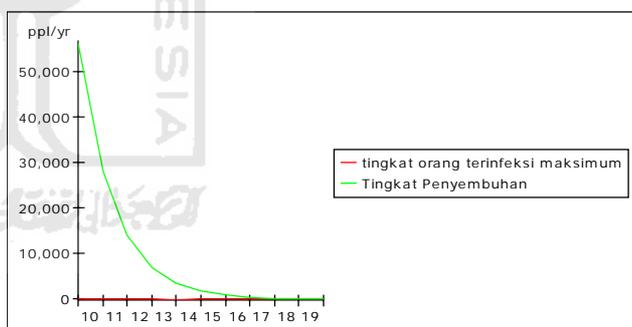
(ppm/yr)

Time	Tingkat Polusi CO	Peran RTH
Jan 01, 2010	0.68	2,780.37
Jan 01, 2011	618.36	3,579.02
Jan 01, 2012	1,195.66	2,478.73
Jan 01, 2013	1,735.20	4,062.61
Jan 01, 2014	2,239.46	4,272.97
Jan 01, 2015	2,710.75	2,641.68
Jan 01, 2016	3,151.21	2,680.28
Jan 01, 2017	3,562.87	2,555.82
Jan 01, 2018	3,947.62	2,602.10
Jan 01, 2019	4,307.20	2,799.91
Jan 01, 2020	4,643.27	3,220.11



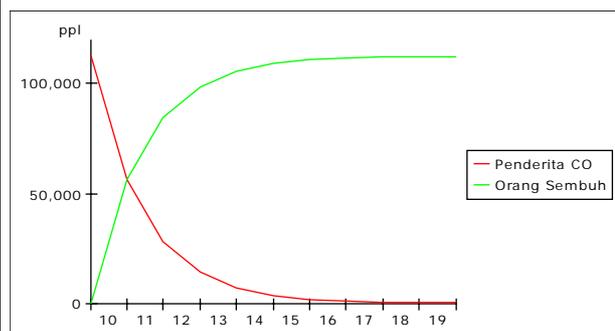
(ppl/yr)

Time	tingkat orang terinfeksi maksimum	Tingkat Penyembuhan
Jan 01, 2010	0.03	56,368.61
Jan 01, 2011	-6.86	28,117.31
Jan 01, 2012	-1.47	14,087.77
Jan 01, 2013	-2.64	6,989.60
Jan 01, 2014	-91.71	3,553.79
Jan 01, 2015	-3.75	1,758.76
Jan 01, 2016	-3.39	877.13
Jan 01, 2017	-3.30	383.86
Jan 01, 2018	-4.02	191.33
Jan 01, 2019	-7.45	59.95
Jan 01, 2020	-2.10	52.26



(ppl)

Time	Penderita CO	Orang Sembuh
Jan 01, 2010	112,844.00	0.00
Jan 01, 2011	56,475.42	56,368.61
Jan 01, 2012	28,351.25	84,485.92
Jan 01, 2013	14,262.01	98,573.69
Jan 01, 2014	7,269.77	105,563.29
Jan 01, 2015	3,624.27	109,117.08
Jan 01, 2016	1,861.77	110,875.84
Jan 01, 2017	981.25	111,752.97
Jan 01, 2018	594.10	112,136.83
Jan 01, 2019	398.75	112,328.16
Jan 01, 2020	331.35	112,388.10



REKAPITULASI PENDATAAN POTENSI IKM
TAHUN 2010

Kota : Yogyakarta
Provinsi : DIY

No	CABANG INDUSTRI	UNIT USAHA (Unit)	TENAGA KERJA (Orang)	Nilai Investasi (Rp.000)	Nilai Produksi (Rp.000)	Nilai Bahan Baku Bahan Penolong (Rp.000)
1	Pangan	1,374	5,875	13,571,944	112,905,650	68,570,700
2	Sandang dan Kulit	664	4,424	33,321,453	45,676,204	25,627,313
3	Kimia dan Bahan Bangunan	434	4,990	18,515,970	80,162,449	56,936,436
4	Logam dan Elektronika	375	1,623	3,128,765	41,988,245	24,498,263
5	Kerajinan	714	5,345	10,433,119	54,105,396	23,284,610
	JUMLAH	3,561	22,257	78,971,251	324,837,944	198,917,322

REKAPITULASI PENDATAAN POTENSI IKM
TAHUN 2009

Kota : Yogyakarta
Propinsi : DIY

No	CABANG INDUSTRI	UNIT USAHA (Unit)	TENAGA KERJA (Orang)	Nilai Investasi (Rp.000)	Nilai Produksi (Rp.000)	Nilai Bahan Baku/ Bahan Penolong (Rp.000)
1	Pangan	61	202	6,090,229	16,453,418	5,058,022
2	Sandang dan Kulit	29	129	2,021,078	41,767,447	4,041,524
3	Kirnia dan Bahan Bangunan	29	135	4,162,289	6,116,275	2,892,677
4	Logam dan Elektronika	41	250	5,707,215	15,234,716	6,464,026
5	Kerajinan	66	380	1,534,991	7,466,717	2,337,790
	JUMLAH	226	1,096	19,515,802	87,038,573	20,794,039

**REKAPITULASI PENDATAAN POTENSI IKM
TAHUN 2008**

Kota : Yogyakarta
Propinsi : DIY

No	CABANG INDUSTRI	UNIT USAHA (Unit)	TENAGA KERJA (Orang)	Nilai Investasi (Rp.000)	Nilai Produksi (Rp.000)	Nilai Bahan Baku/ Bahan Penolong (Rp.000)
1	Pangan	1,135	4,427	8,471,752	100,496,950	51,791,045
2	Sandang dan Kulit	583	3,561	29,325,471	36,789,335	21,645,281
3	Kimia dan Bahan Bangunan	424	4,416	17,229,226	77,556,174	54,620,247
4	Logam dan Elektronika	352	1,400	2,779,541	36,531,396	22,904,688
5	Kerajinan	629	4,541	6,115,491	37,893,900	19,614,949
	JUMLAH	3,123	18,345	63,921,481	289,267,755	170,576,210

REKAPITULASI PENDAFTARAN POTENSI IKM
TAHUN 2007

Kota : Yogyakarta
Propinsi : DIY

No	CABANG INDUSTRI	UNIT USAHA (Unit)	TENAGA KERJA (Orang)	Nilai Investasi (Rp.000)	Nilai Produksi (Rp.000)	Nilai Bahan Baku/ Bahan Penolong (Rp.000)
1	Pangan	1.056	4.026	7.536.604	91.456.335	46.088.626
2	Sandang dan Kulit	533	3.458	29.068.204	35.011.690	19.705.174
3	Kimia dan Bahan Bangunan	408	4.266	14.297.591	69.719.767	52.062.570
4	Logam dan Elektronika	318	1.367	2.642.341	31.595.919	20.229.268
5	Kerajinan	607	4.169	6.005.898	28.493.916	18.253.866
JUMLAH		2.922	17.286	59.550.638	256.277.627	156.339.504

**REKAPITULASI PENDATAAN POTENSI IKM
TAHUN 2006**

Kota : YOGYAKARTA
Propinsi : DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

No.	CABANG INDUSTRI	UNIT USAHA (Unit)	TENAGA KERJA (Orang)	Nilai Investasi (Rp.000)	Nilai Produksi (Rp.000)	Nilai Bhn Baku/Bhn Penolong (Rp.000)
1	Pangan	1.002	3.848	7.134.797	84.403.377	41.800.753
2	Sandang dan Kulit	521	3.520	28.663.340	32.380.206	18.119.040
3	Kimia dan Bahan Bangunan	372	4.074	13.292.735	46.579.814	33.793.612
4	Logam dan Elektronika	281	1.283	2.296.650	28.959.732	18.746.855
5	Kerajinan	503	3.229	6.146.577	24.016.234	15.351.181
	JUMLAH	2.679	15.954	57.534.099	216.339.363	127.811.441

**REKAPITULASI PENDATAAN POTENSI IKM
TAHUN 2005**

Kota : YOGYAKARTA
 Propinsi : DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

No.	CABANG INDUSTRI	UNIT USAHA (Unit)	TENAGA KERJA (Orang)	Nilai Investasi (Rp.000)	Nilai Produksi (Rp.000)	Nilai Bhn Baku/Bhn Penolong (Rp.000)
1	Pangan	1,066	3,880	7,668,178	89,972,537	44,506,227
2	Sandang dan Kulit	587	3,917	35,073,837	34,484,962	19,634,802
3	Kimia dan Bahan Bangunan	370	4,068	13,291,735	46,538,864	33,770,827
4	Logam dan Elektronika	266	1,217	1,644,804	26,639,075	17,225,772
5	Kerajinan	519	3,447	6,241,711	24,152,820	15,504,747
	JUMLAH	2,808	16,529	63,920,265	221,788,258	130,642,375

SURAT PERNYATAAN

TENTANG VALIDITAS MODEL PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

N a m a : Peter Lawoasal
Jabatan : Kepala Sub Bagian Pemulihan Lingkungan Bagian Pengawasan dan Pengendalian Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Yogyakarta.

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

Nama / NIM : Ramadhan Ikhsan Perdana 07522144
Instansi : Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Judul Penelitian : **Pembangunan Model Kebijakan Pengurangan Emisi Gas Karbon Monoksida (Co) pada Sektor Industri Di Wilayah Kota Yogyakarta Menggunakan Pendekatan System Dynamics”.**

Menyatakan dengan sesungguhnya model yang telah dibangun adalah model yang sudah kami validasi (terlampir) dengan mempertimbangkan kondisi data lapangan dan kami nyatakan VALID.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Atas bantuan dan perhatiannya, kami mengucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 31 Juli 2011

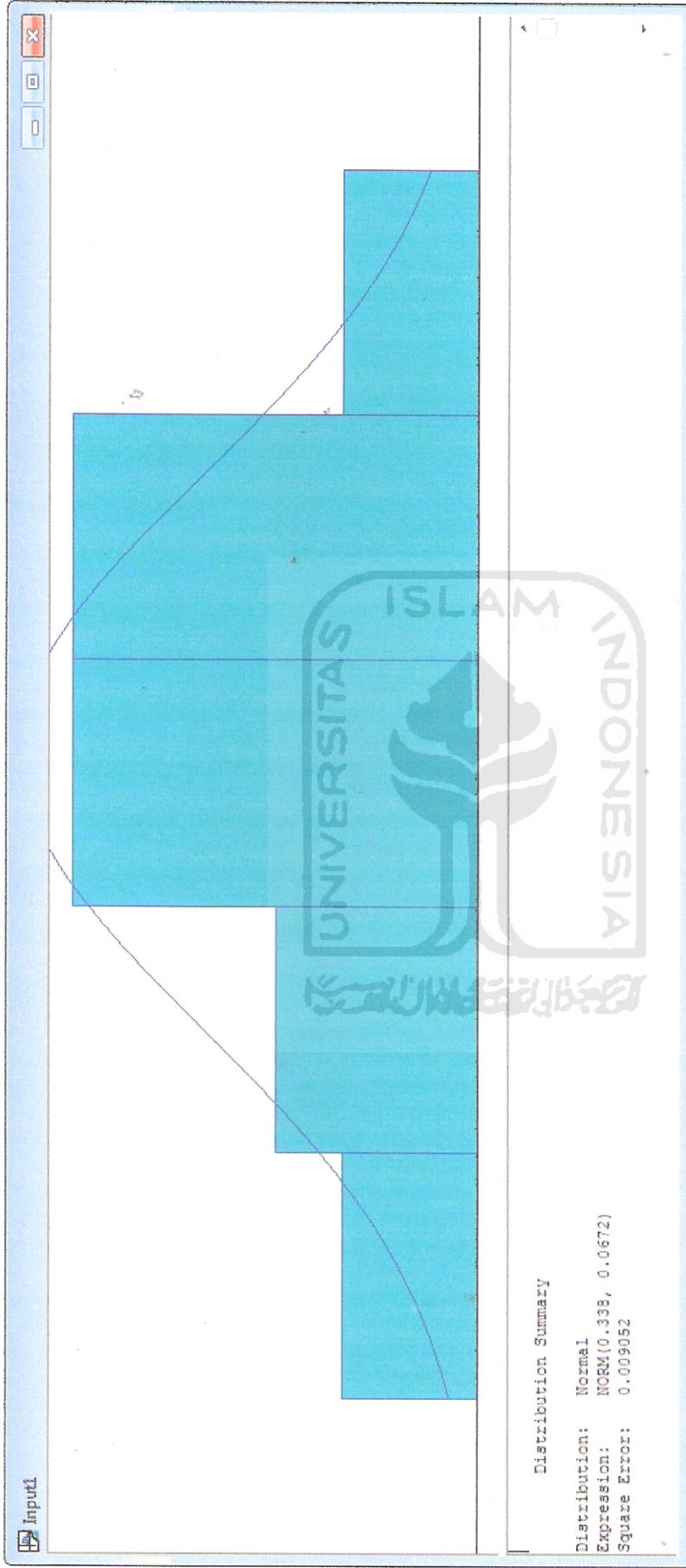
Kepala Sub Bagian Pemulihan Lingkungan

BLH Kota Yogyakarta

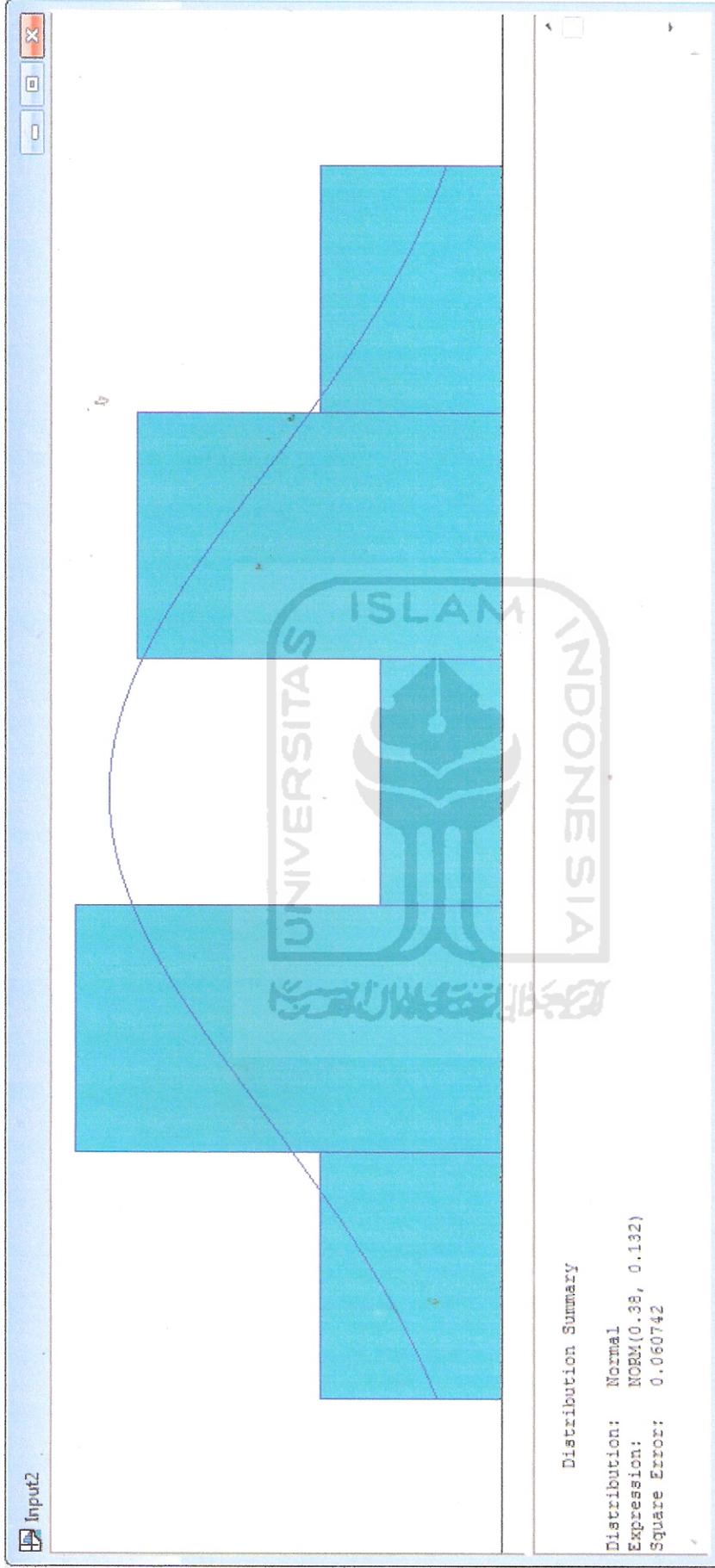


Bapak Peter Lawoasal

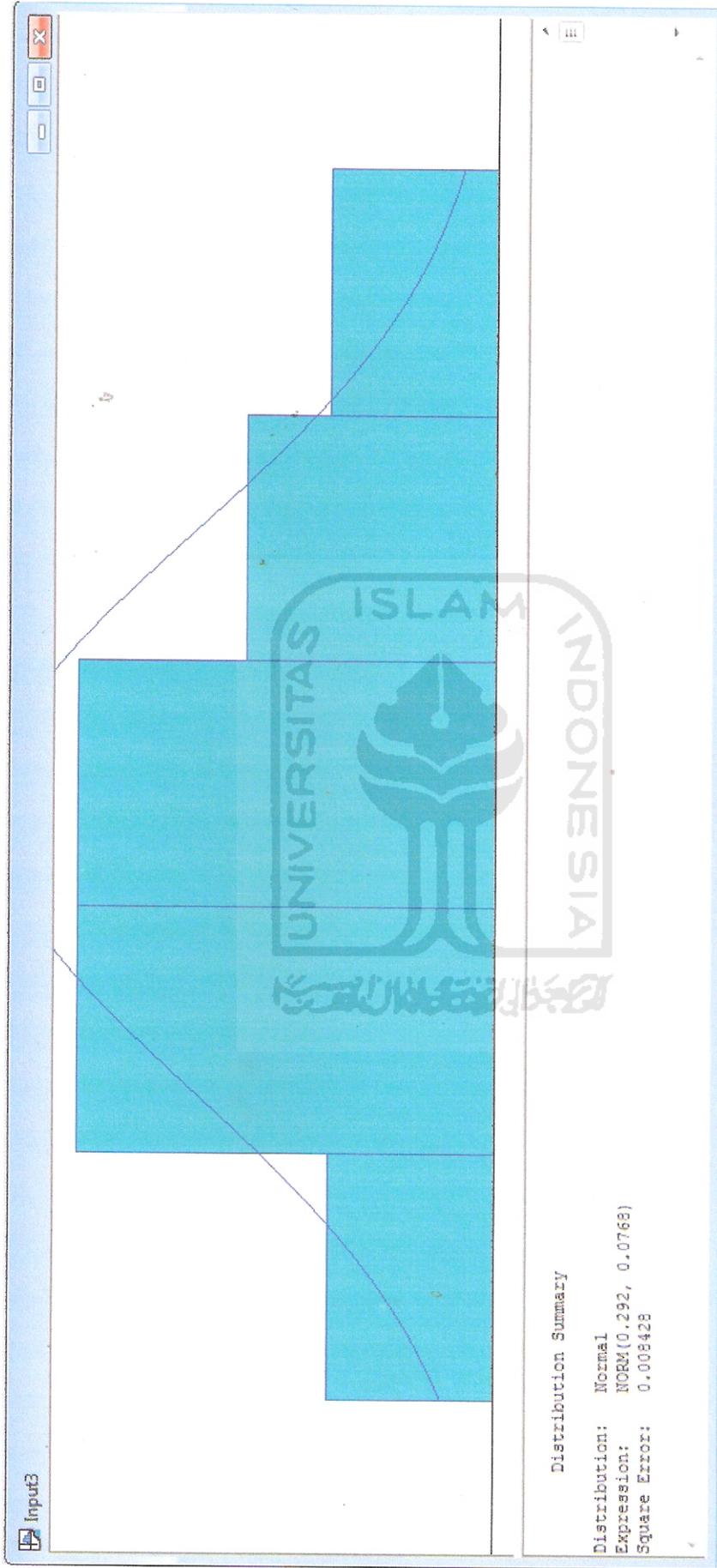
Pembangkitan Bilangan Random Dengan Menggunakan *Input Analyzer* (Pengurangan Konsentrasi CO Oleh Kelompok Perdu)



Pembangkitan Bilangan Random Dengan Menggunakan *Input Analyzer* (Pengurangan Konsentrasi CO Oleh Kelompok Pohon)



Pembangkitan Bilangan Random Dengan Menggunakan *Input Analyzer* (Pengurangan Konsentrasi CO Oleh Kelompok Semak)



LAPORAN HASIL OBSERVASI DAN INTERVIEW

Hari, Tanggal : Selasa, 05 Juli 2011
Waktu : 10.00
Tempat : P2PL Dinas kesehatan Pemerintah kota Yogyakarta.
Kegiatan : wawancara variabel kesehatan
Narasumber : Ibu Uswatun Hasanah

No.	Hasil	Tindak Lanjut
	<p>Bim ada jejaring puskesmas - rumah sakit dengan dinas kesehatan kota.</p> <p>Belum ada feedback dari rumah sakit untuk melaporkan jumlah kematian disebabkan ISPA. Ciri pneumonia:</p> <ul style="list-style-type: none">- taksiran nafas cepat- Pernafasan dinding ke dalam <p>Data pneumonia (bagian dari ISPA) input data adalah ISPA secara keseluruhan. (Total pneumonia, batuk bukan pneumonia) < 5th, pneumonia dan batuk pneumonia > 5th.</p>	

Mengetahui,
Narasumber



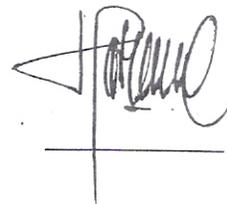
Uswatun H

LAPORAN HASIL OBSERVASI DAN INTERVIEW

Hari, Tanggal : Senin, 11 Juli 2011
Waktu :
Tempat : Badan Lingkungan Hidup
Kegiatan : observasi dan Interview
Narasumber : Veri

No.	Hasil	Tindak Lanjut
1	Prosentase pertumbuhan untuk kelompok pohon, kelompok perdu dan kelompok sembu masing-masing yaitu 0,5% (per tahun).	

Mengetahui,
Narasumber



Lampiran b.2 Kebutuhan Volume Kerimbunan Daun Tanaman dan
Besarnya Pengurangan Konsentrasi CO

1) Kelompok Pohon

Untuk kelompok perdu, perbandingan volume kerimbunan daun terhadap volume ruang adalah: 0,5 %.

Tabel 14.

Pengurangan Konsentrasi CO oleh KELOMPOK POHON
pada Suatu Ruang dengan Konsentrasi: (0,2717 - 1,2203) ppm

NO.	JENIS TANAMAN	PENGURANGAN CO (ppm)	
		INTERVAL *	RATA ² **
1.	Ganitri	0,1586 - 1,0288	0,5937
2.	Bungur	0,0698 - 1,0393	0,5546
3.	Kecerutan/Ki Acret	0,0686 - 1,0175	0,5430
4.	Salam	0,2830 - 0,7773	0,5301
5.	Cempaka	0,1878 - 0,8494	0,5186
6.	Tanjung	0,1319 - 0,8744	0,5031
7.	Kupu-kupu	0,1932 - 0,7825	0,4878
8.	Kembang Merak	0,1481 - 0,8109	0,4795
9.	Pohon Saputangan	0,0661 - 0,8911	0,4786
10.	Kenari	0,1967 - 0,5661	0,3814
11.	Ketapang	0,1560 - 0,5239	0,3399
12.	Anting-anting	0,1776 - 0,4573	0,3174
13.	Huni	0,1346 - 0,4968	0,3157
14.	Mahoni	0,1304 - 0,4615	0,2960
15.	Galinggem	0,0860 - 0,4771	0,2815
16.	Kayu Manis	0,1652 - 0,3840	0,2746
17.	Damar	0,0976 - 0,4235	0,2605
18.	Felicism/Ki Sabun	0,0726 - 0,3969	0,2348
19.	Asam Kranji	0,0661 - 0,3942	0,2301
20.	Angsana	0,0798 - 0,2887	0,1842
21.	Glodokan	0,0794 - 0,2672	0,1733

Keterangan :

- Data di atas merupakan hasil penelitian di laboratorium
- * = interval pengurangan polutan CO
= nilai pendugaan selang
- ** = nilai rata-rata dari pendugaan selang
= pendugaan titik
- Nilai ambang batas CO yang diizinkan adalah 20 ppm (KLH, 1983)

2) Kelompok Perdu

Untuk kelompok perdu, perbandingan volume kerimbunan daun terhadap volume ruang adalah: 0,5 %

Tabel 15.

Pengurangan Konsentrasi CO oleh KELOMPOK PERDU pada Suatu Ruang dengan Konsentrasi : (0,2665 - 0,7715) ppm (hasil penelitian laboratorium)

NO.	JENIS TANAMAN	PENGURANGAN CO (ppm)	
		INTERVAL *	RATA ² **
1.	Iriansis	0,1899 - 0,7048	0,4474
2.	Kacapiring	0,2071 - 0,6368	0,4220
3.	Saliara/Lantana	0,1978 - 0,6279	0,4129
4.	Dawolong	0,1685 - 0,6499	0,4092
5.	Nusa Indah Merah	0,1456 - 0,6528	0,3992
6.	Harendong	0,0824 - 0,6961	0,3893
7.	Oleander	0,1330 - 0,6363	0,3874
8.	Wilkesiana Merah	0,0530 - 0,6776	0,3653
9.	Bambu Pringgodani	0,1248 - 0,5402	0,3325
10.	Pecah Beling	0,1554 - 0,5080	0,3317
11.	Sadagori	0,0822 - 0,5811	0,3316
12.	Walisongo	0,1497 - 0,5122	0,3310
13.	Lolipop Merah	0,1275 - 0,4929	0,3102
14.	Anak Nakal	0,0882 - 0,5302	0,3092
15.	Teh-Tehan	0,0772 - 0,4684	0,2728
16.	Puring	0,0905 - 0,4501	0,2702
17.	Azalea	0,0541 - 0,4568	0,2554
18.	Kembang Sepatu	0,0632 - 0,3948	0,2290
19.	Bambu Jepang	0,1016 - 0,3117	0,2067

Keterangan :

- Data di atas merupakan hasil penelitian di laboratorium
- * = interval pengurangan polutan CO
= nilai pendugaan selang
- ** = nilai rata-rata dari pendugaan selang
= pendugaan titik
- Nilai ambang batas CO yang diizinkan adalah 20 ppm (KLH, 1983)

3) Kelompok Semak

Untuk kelompok semak, perbandingan volume kerimbunan daun terhadap volume ruang adalah: 0,25 %

Tabel 16.

Pengurangan Konsentrasi CO oleh KELOMPOK SEMAK pada Suatu Ruang dengan Konsentrasi: (0,2204 - 0,7258) ppm

NO.	JENIS TANAMAN	PENGURANGAN CO (ppm)	
		INTERVAL *	RATA ² **
1.	Philodendron	0,0770 - 0,7946	0,4358
2.	Graphis Merah	0,0531 - 0,7943	0,4237
3.	Myana	0,0086 - 0,7268	0,3677
4.	Maranta	0,1288 - 0,5661	0,3475
5.	Pentas	0,0138 - 0,6788	0,3463
6.	Mutiara	0,0846 - 0,5827	0,3337
7.	Babayeman Merah	0,1534 - 0,4980	0,3257
8.	Gelang	0,0810 - 0,5679	0,3245
9.	Plumbago	0,1182 - 0,4532	0,2857
10.	Rumput Gajah	0,1142 - 0,4415	0,2779
11.	Kriminil Hijau	0,0913 - 0,3863	0,2388
12.	Taiwan Beauty	0,0671 - 0,3932	0,2302
13.	Paku-Pakuan	0,1363 - 0,3219	0,2291
14.	Es Lilin Hijau	0,1099 - 0,3418	0,2259
15.	Kingkip	0,0815 - 0,3598	0,2206
16.	Pacing	0,0225 - 0,3625	0,1925
17.	Kriminil Merah	0,0296 - 0,3026	0,1661

Keterangan :

- a. Data di atas merupakan hasil penelitian di laboratorium
- b. * = interval pengurangan polutan CO
= nilai pendugaan selang
- c. ** = nilai rata-rata dari pendugaan selang
= pendugaan titik
- d. Nilai ambang batas CO yang diizinkan adalah 20 ppm (KLH, 1983)

Pertumbuhan akar atau sistem perakaran pohon perindang yang terganggu oleh jaringan di bawah jalan menyebabkan terganggunya bentuk pohon perindang. Pemilihan jenis pohon perindang jalan perlu dipertimbangkan sesuai dengan karakteristik pohon perindang. Ditemukan beberapa pohon perindang memiliki sistem perakaran yang melintang dan penanaman yang dangkal sehingga dapat merusak badan jalan.



Gambar 3.34. Pengguguran Daun Pada Pohon Perindang

Pengguguran daun-daun menghasilkan limbah sampah organik dapat di manfaatkan menjadi kompos atau briket untuk dapat dimanfaatkan kembali (3R).

Sumber : Dok. Studio, 2010

3.6.2. Persebaran dan Intensitas Pohon Perindang di Kota Yogyakarta

Persebaran pohon perindang belum dapat tersebar secara merata pada jalur hijau di Kota Yogyakarta, masih ditemukan jalur hijau jalan, dimana stratifikasi atas (pepohonan), tengah (perdu) dan rendah (penutup tanah) pada satu titik belum terpenuhi, serta intensitas kerapatan antar pohon masih rendah, tabel di bawah ini akan menjelaskan keberadaan pohon perindang terhadap panjang jalan kolektor.

Tabel 3.5. Intensitas Pohon Perindang ≥ 20 cm

No	No Ruas Jalan	NAMA JALAN	JUMLAH POHON BESAR	PANJANG JALAN (m)	POHON BESAR /m
1	555	JL. DR. WAHIDIN SUDIROHUSODO	0	546	0,000
2	41	JL. IROMEJAN	0	550	0,000
3	117	JL. SINGOJAYAN	0	323	0,000
4	124	JL. KLEBEN	0	560	0,000
5	126	JL. GAMPINGAN	0	369	0,000
6	146	JL. NITIDIPURAN	0	185	0,000
8	156	JL. SURYATMAJAN	0	447	0,000
9	248	JL. PURWOLEKSANAN	0	222	0,000
11	249	JL. KARANGSARI	0	436	0,000
12	294	JL. LANGENARJAN	0	161	0,000
14	304	JL. PESINDENAN	0	174	0,000
16	315	JL. MANGUNEGARAAN	0	260	0,000
17	301	JL. GAMELAN	1	556	0,002
18	185	JL. BAUSASASRAN	1	516	0,002
22	176	JL. MAS SUHARTO	1	497	0,002

No	No Ruas Jalan	NAMA JALAN	JUMLAH POHON BESAR	PANJANG JALAN (m)	POHON BESAR /m
30	139	JL. SOSROWIJAYAN	1	454	0,002
31	250	JL. SEMANGGU	2	666	0,003
32	310	JL. PANEMBAHAN	1	307	0,003
24	293	JL.SILIRAN LOR	1	250	0,004
33	395	JL. PRAWIROTAMAN	3	530	0,006
34	297	JL. LANGENARJAN KIDUL	2	325	0,006
13	40	JL. MANGGA	1	151	0,007
35	138	JL.PASAR KEMBANG	3	446	0,007
36	314	JL. SAWOJAJAR	2	296	0,007
37	83	JL SAJIONO	2	241	0,008
38	309	JL. SURYOMENTARAMAN	3	351	0,009
39	55	JL. MUNGUR	9	874	0,010
19	292	JL. SILIRAN KIDUL	3	289	0,010
28	305	JL SURYOPUTRAN	3	244	0,012
40	118	JL. TEGALMULYO	4	311	0,013
21	147	JL. SASTRODIPURAN	3	190	0,016
41	197	JL. KI MANGUN SARKORO	12	640	0,019
42	229	JL. KENANGA	3	151	0,020
43	84	JL. SUPADI	6	284	0,021
23	398	JL. MENUKAN	14	611	0,023
44	174	JL. JUMINAHAN	9	370	0,024
7	338	JL. ALUN-ALUN KIDUL	14	530	0,026
29	74	JL. SUHARTONO	5	163	0,031
45	271	JL. BABARAN	32	1019	0,031
27	227	JL. GAMBIR	6	190	0,032
46	230	JL. KEMUNING	5	151	0,033
20	445	JL. IMOIRI	47	1331	0,035
47	556	JL. SURYOPRANOTO	15	420	0,036
26	65	JL. DR. WAHIDIN SUDIRO HUSODO	25	646	0,039
10	71	JL. SAREH	9	232	0,039
48	186	JL. GAJAH MADA	22	528	0,042
49	155	JL. MATARAM	27	564	0,048
50	85	JL. SABIRIN	18	369	0,049
51	253	JL. REJOWINANGUN	23	450	0,051
52	150	JL. BHAYANGKARA	30	574	0,052
15	54	JL. LANGEN SARI	34	650	0,052
53	554	JL. LAKSDA ADISUCIPTO	22	414	0,053
54	169	JL. MAYOR SURYOTOMO	40	750	0,053
55	444	JL. PRAMUKA	53	976	0,054
56	24	JL. PROF. DR. SARJITO	56	1017	0,055
57	427	JL. NYI.PEMBAYUN	60	1082	0,055
58	141	JL. JOGONEGARAN	20	356	0,056
59	153	JL. MALIOBORO	42	736	0,057
60	69	JL. TRIMO	13	222	0,059
61	356	JL. KH. WAKHID HASYIM	81	1315	0,062
62	216	JL. PENGOK KIDUL	26	415	0,063
63	53	JL. KUSBINI	63	990	0,064
64	553	JL. URIP SUMOHARJO	60	918	0,065
65	324	JL. ALUN-ALUN LOR	10	153	0,065

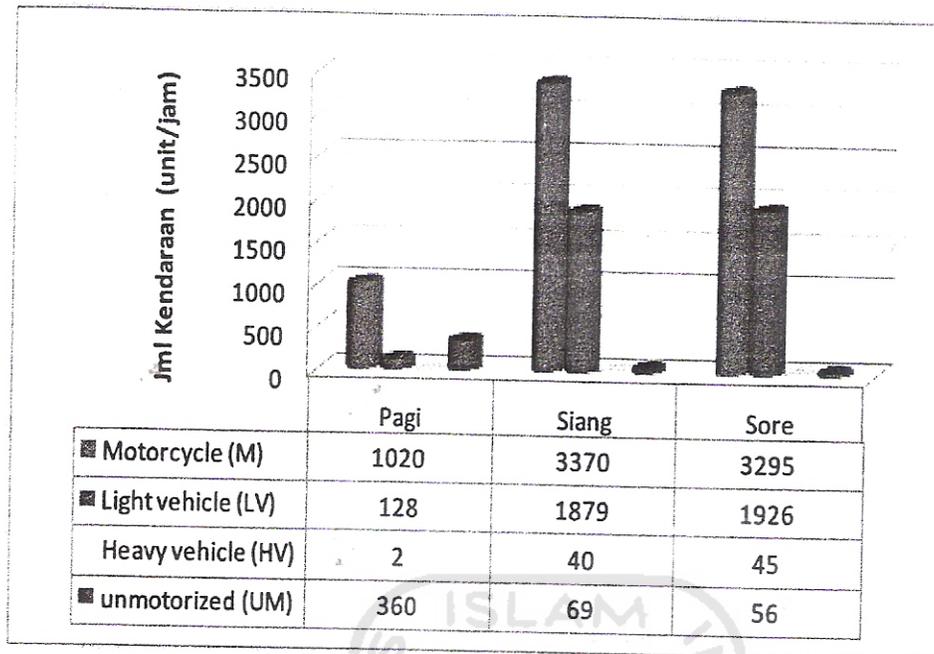
No	No Ruas Jalan	NAMA JALAN	JUMLAH POHON BESAR	PANJANG JALAN (m)	POHON BESAR /m
66	129	JL. PEMBELA TANAH AIR	25	367	0,068
67	88	JL. PATIMURA	18	256	0,070
68	550	JL. GEDONG KUNING	145	2030	0,071
69	152	JL. AHMAD YANI	40	550	0,073
70	242	JL. AIPDA TUT HARSONO	171	2218	0,077
71	241	JL. KUSUMA NEGARA	186	2400	0,078
72	539	JL. HOS COKROAMINOTO	175	2246	0,078
73	130	JL. LETJEN SUPRAPTO	113	1334	0,085
74	218	JL. CEMPAKA	15	171	0,088
75	107	JL. TENTARA PELAJAR	79	900	0,088
76	87	JL. SUNARYO	21	235	0,089
77	110	JL. TENTARA RAKYAT MATARAM	66	714	0,092
78	412	JL. SOROGENEN	67	706	0,095
79	50	JL. MELATI WETAN	74	778	0,095
80	540	JL. RE. MARTADINATA	74	764	0,097
81	362	JL. LETJEND S. PARMAN	61	620	0,098
82	281	JL. TAMAN SISWA	154	1564	0,098
83	39	JL. PROF IR HERMAN YOHANES	45	450	0,100
84	411	JL. GAMBIRAN	102	1016	0,100
85	542	JL. BUGISAN	61	588	0,104
86	22	JL. AM. SANGAJI	146	1398	0,104
87	226	JL. MAWAR	43	410	0,105
88	26	JL. PROF. KAHAR MUZAKIR	29	273	0,106
89	89	JL. UNGARAN	24	225	0,107
90	402	JL. LOWANU	114	1051	0,108
91	28	JL. TERBAN	19	175	0,109
92	151	JL. KH. AHMAD DAHLAN	124	1100	0,113
93	270	JL. GLAGAHSARI	124	1093	0,113
94	238	JL. KENARI	191	1667	0,115
95	29	JL. DEWI SARTIKA	25	211	0,118
96	80	JL. ABU BAKAR ALI	109	908	0,120
97	27	JL. CIK DI TIRO	92	750	0,123
98	215	JL. TUNJUNG	73	594	0,123
99	33	JL. SAGAN	35	280	0,125
100	12	JL. W'OLTER MONGINSIDI	102	779	0,131
101	73	JL. HADIDARSONO	21	160	0,131
102	548	JL. PERINTIS KEMERDEKAAN	122	917	0,133
103	401	JL. TRI TUNGGAL	72	528	0,136
104	228	JL. KANTIL	15	110	0,136
105	181	JL. LEMPUYANGAN	78	566	0,138
106	76	JL. SUROTO	58	420	0,138
107	552	JL. JEND. SUDIRMAN	205	1440	0,142
108		JL. MAGELANG	218	1492	0,146
109	399	JL. SISINGAMARAJA	170	1142	0,149
110	549	JL. NGEKSIGONDO	109	709	0,154
111	77	JL. YOS SUDARSO	101	654	0,154
112	199	JL. SUKONANDI	74	478	0,155
113	544	JL. LETJED. MT HARYONO	118	756	0,156
114	212	JL. SOKA	55	350	0,157

No	No Ruas Jalan	NAMA JALAN	JUMLAH POHON BESAR	PANJANG JALAN (m)	POHON BESAR /m
115	269	JL. PANDEAN	76	479	0,159
116	246	JL. KERTO	38	220	0,173
117	266	JL. VETERAN	361	2076	0,174
118	180	JL. HAYAM WURUK	128	722	0,177
119	543	JL. SUGENG JERONI	126	706	0,178
120	203	JL. KAPAS	73	404	0,181
121	536	JL. BANTUL	262	1438	0,182
122	537	JL. PARANGTRITIS	246	1350	0,182
123	413	JL. TEGAL TURI	102	540	0,189
124	363	JL. PATANGPULUHAN	118	614	0,192
125	207	JL. CENDANA	94	469	0,200
126	168	JL. P. SENOPATI	142	696	0,204
127	42	JL. GEJAYAN	69	333	0,207
128	170	JL. SULTAN AGUNG	211	985	0,214
129	31	JL. CANDRAKIRANA	44	204	0,216
130	70	JL. WARDANI	34	157	0,217
131	137	JL. GANDEKAN	92	416	0,221
132	30	JL. DR SAM RATULANGI	29	130	0,223
133	95	JL. KLERINGAN	70	309	0,227
134		JL. KYAI MOJO	260	1123	0,232
135	547	JL. MENTERI SUPENO	268	1145	0,234
136	183	JL. DR. SUTOMO	186	787	0,236
137	546	JL. KOLONEL SUGIYONO	197	822	0,240
138	94	JL. ACHMAD JAZULI	121	494	0,245
139	551	JL. P. DIPONEGORO	170	676,5	0,251
140	82	JL. FARIDAN MURIDAN NOTO	109	432	0,252
141	290	JL. BRIGJEN KATAMSO	300	1125	0,267
142	81	JL. NGADIKAN	28	104	0,269
143	384	JL. D.I. PANJAITAN	356	1312	0,271
144	28	JL. KARTINI	59	210	0,281
145		JL. GAYAM	150	510	0,294
146	404	JL. KI AGENG PANEMBAHAN	137	452	0,303
147	66	JL. ATMO SUKARTO	112	363	0,309
148	541	JL. PIERE TENDEAN	259	772	0,335
149	97	JL. MANGKUBUMI	293	814	0,360
150	545	JL. MAYJEND. SUTOYO	271	613	0,442
151		KOMPLEK BALAI KOTA YOGYAKARTA	124		

Keterangan :

-  Intensitas Pohon Besar Sangat Rendah
-  Intensitas Pohon Besar Rendah
-  Intensitas Pohon Besar Sedang
-  Intensitas Pohon Besar Tinggi

3.1.6. Depan Hotel Garuda



Gambar 3.6. Volume Lalu Lintas di Depan Hotel Garuda

Tabel 3.6. Derajat Kejenuhan Lalu Lintas di Depan Hotel Garuda

Waktu	V (smp/jam)	C (smp/jam)	D 2 arah	D Rerata	Tingkat Pelayanan
Pagi	1272.8	6215.22	0.204788	0.10	A
Siang	5391.77	6215.22	0.867511	0.43	B
Sore	5374.48	6215.22	0.864729	0.43	B

Berdasarkan hasil perhitungan derajat kejenuhan sebagaimana ditunjukkan pada tabel 3.6. maka kondisi tingkat pelayanan jalan di Depan Hotel Garuda adalah:

- Pagi : Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.
- Siang : Dalam zone arus stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya.
- Sore : Dalam zone arus stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya.



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang km 14,4 Yogyakarta 55584, Phone 0274-895042, 895707, Fax 0274-895330

FR. 8.10.1/Lap.Uji

LAPORAN HASIL UJI

Nomor : U/032/LKL-UII/V/2010

Laporan hasil pengujian dibuat untuk :

Nama : Badan Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta
Alamat : Jl. Bimasakti No.1 Yogyakarta, 55221
No Sampel : U.68 (Lokasi Jl. Malioboro)
Nama Sampel : Udara Ambient
Tanggal Pengambilan Sampel : 29 Mei 2010
Jumlah Sampel : 1
Parameter Uji : Suhu udara, Kelembaban, Cuaca, Kecepatan Angin, Kebisingan, Sulfur Dioksida, Nitrogen dioksida, Oksidan, Karbon Monoksida, TSP, Timbal

Tanggal Penerimaan Sampel : 29 Mei 2010
Tanggal Pengujian : 25 Mei 2010 s/d 6 Juli 2010

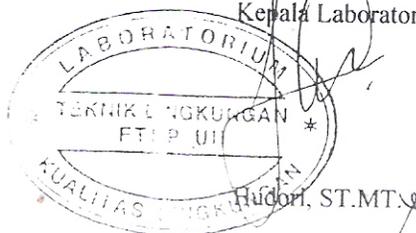
HASIL UJI

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
1	Suhu udara	°C	31,7	ASTM E 337-62
2	Kelembaban Udara	%	85	ASTM E 337-62
3	Cuaca	-	Cerah-Hujan	Inhouse Methode
4	Kecepatan Angin	Km/jam	1,08	Inhouse Methode
5	Kebisingan	dB	73,5	KEP-48/MENLH/11/1996
6	Sulfur dioksida (SO ₂)	ug/Nm ³	288	SNI 19-7119.7.2005
7	Nitrogen dioksida (NO ₂)	ug/Nm ³	41,4	SNI 19-7119.2.2005
8	Oksidan (O ₃)	ug/Nm ³	31,2	SNI 19-7119.8.2005
9	Karbon monoksida	ug/Nm ³	157556	NDIR
10	Total Suspended Particulate	ug/Nm ³	101	SNI 19-7119.3.2005
11	Timbal (Pb)	ug/Nm ³	0,227	SNI 19-7119.4.2005

- Keterangan :
1. Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh yang diuji.
 2. Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan tanpa ijin kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan kecuali secara lengkap.

Yogyakarta, 6 Juli 2010

Kepala Laboratorium



Hudori, ST.MT.S



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang km 14,4 Yogyakarta 55584, Phone 0274-895042, 895707, Fax 0274-895330

FR. 8.10.1/Lap.Uji

Hal : 1 dari 1

LAPORAN HASIL UJI

U/019/LTL/K-F/2009

Nomor Contoh Uji : U.06.LTL.2009
Pengirim Contoh Uji : Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta
Alamat : Jl. Bimasakti No.1 Yogyakarta, 55221
Jenis Contoh Uji : Udara Ambient
Alamat contoh uji : Depan Hotel Garuda Malioboro
Pengambil contoh Uji : Petugas Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII
Tgl. Pengambilan Contoh Uji : 18 Juli 2009
Tgl. Pengujian Contoh : 18 Juli s/d 2 Agustus 2009
Parameter Uji : Tersebut dibawah

Keterangan Kode : U.06.06.09

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu *)	Hasil Uji	Metode Analisis
1	Suhu siang	°C	-	29,59	ASTME 337-62
2	Kelembaban siang	% RH	-	57,80	ASTME 337-62
3	Cuaca	-	-	Cerah	-
4	Kecepatan angin	Km/jam	-	4,692	-
5	Kebisingan (Lsm)	dB (A)	65	69,40	KEP-48/MENLH/11/1996
6	Sulfur Dioksida (SO ₂)	µg/m ³	900	110,83	SNI 19-7119.7.2005
7	Nitrit (NO ₂)	µg/m ³	400	6,67	SNI 19-7119.2.2005
8	Ozon (O ₃)	µg/m ³	235	16,67	SNI 19-7119.8.2005
9	Karbon Monoksida (CO)	µg/m ³	30.000	8.112	NDIR
10	Debu (TSP)	µg/m ³	230	204,9	SNI 19-7119.3.2005
11	Timbal (Pb)	µg/m ³	2	0,046	SNI 19-7119.4.2005

*) Persyaratan baku mutu udara ambient sesuai dengan SK GUB DIY No. 153 tahun 2002

CATATAN :

1. Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh yang diuji.
2. Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan tanpa ijin kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan kecuali secara lengkap.





SEKOLAH TINGGI TEKNIK LINGKUNGAN (STTL)

TERAKREDITASI

SK.BAN Nomor : 021/BAN-PT/Ak-X/S1/XII/2006

Alamat : Kampus I : jalan Janti Km 4, Gedungkuning, Yogyakarta. 55198 Telp & Fax : (0274)566863

Kampus II : Winong, Tinalan, Kotagede Yogyakarta. Telp : (0274) 371270

Website : www.sttl-ylh.ac.id E-mail : info@sttl-ylh.ac.id

SERTIFIKAT HASIL UJI

Jenis sampel : Udara
Dikirim oleh : Dinas Lingkungan Hidup Yogyakarta
: Jl Bima Sakti No 1 Yogyakarta
Tanggal Pengambilan : 12 sd 13 Nopember 2007
Titik sampling : Jl Malioboro Taman Parkir Abu Bakar Ali
Tanggal Pengujian : 13 sd 20 Nopember 2007
Nomor laboratorium : 4045/HA/U/STTL/ Lab/ XI /2007

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Baku Mutu
I. Fisik					
1.	Kebisingan (Leq)	dB	70,9	Sound level meter	KEP.GUB. DIY No. 176 Th.2003 70 (Perdagangan & jasa)
2.	Kebisingan (Leq max)	dB	82,4	Sound level meter	
II. Kimia					
3.	Sulfur dioksida (SO ₂)	µgr/ m ³	137,31	Pembentukan kompleks dg Pararosanilin	KEP.GUB. DIY No. 153 Th. 2002 365
4.	Karbonmonoksida (CO)	µgr/ m ³	20.100,0	ASTM D3162 - 94	30.000
5.	Nitrogen dioksida (NO ₂)	µgr/ m ³	142,46	Saltman	150
6.	Debu (TSP)	µgr/ m ³	119,13	Gravimetri	230
7.	Ozon (O ₃)	µgr/ m ³	178,50	ASTM D 1609-60	235
8.	Timah hitam (Pb)	µgr/ m ³	0,0184	Spektrofotometri	0,2

Catt. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang di uji.

Yogyakarta, 22 Nopember 2007

Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan

Prof. Dr. Ir. H. Chafid Fandeli

Ketua



SEKOLAH TINGGI TEKNIK LINGKUNGAN (STTL)

TERAKREDITASI

SK.BAN Nomor : 021/BAN-PT/Ak-X/S1/XII/2006

Alamat : Kampus I : jalan Janti Km 4, Gedungkuning, Yogyakarta. 55198 Telp & Fax : (0274)566863

Kampus II : Winong, Tinalan, Kotagede Yogyakarta. Telp : (0274) 371270

Website : www.sttl-ylh.ac.id E-mail : info@sttl-ylh.ac.id

SERTIFIKAT HASIL UJI

Jenis sampel : Udara
Dikirim oleh : Dinas Lingkungan Hidup Yogyakarta
: Jl Bima Sakti No 1 Yogyakarta
Tanggal Pengambilan : 14 s/d 15 Juli 2008
Titik sampling : Jl Malioboro, Sekitar Taman Parkir Abu Bakar Ali Yogyakarta
Tanggal Pengujian : 15 Juli s/d 2 Agustus 2008
Nomor laboratorium : 4101/ HA/ U/ STTL/ Lab/ VII/ 2008

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran		
1.	Suhu	°C	22 - 34		
2.	Kelembaban	%	55 - 92		
3.	Kecepatan Angin	m/s	0,5 - 1,72		
4.	Tekanan Udara	mmHg	758		
5.	Arah Angin		Ke utara		
6.	Cuaca		Cerah, Berawan		
			Hasil Uji	Metode Uji	Nilai Ambang Batas (Baku Mutu)
7.	Kebisingan (Leq)	dB	66,1	Sound level meter	KEP.GUB. DIY No. 176 Th. 2003 70 (Perdagangan & jasa)
8.	Kebisingan (Leq max)	dB	87,3		
					KEP.GUB. DIY No. 153 Th. 2002 .
9.	Sulfur dioksida (SO ₂)	µgr/ m ³	117	Pembentukan kompleks dg Pararosanilin	900
10.	Karbonmonoksida (CO)	ppm	27,35	Spektrometri	35
11.	Nitrogen dioksida (NO ₂)	µgr/ m ³	304	Saltman	400
12.	Debu (TSP)	µgr/ m ³	64,59	Gravimetri	230
13.	Timah hitam (Pb)	µgr/ m ³	0,068	Spektrofotometri	2
14.	Hidro Karbon (HC)	µgr/ m ³	12,42	AQ. 5000	160
15.	PM ₁₀	µgr/ m ³	7,63	Gravimetri	150

Catt : Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji.

Yogyakarta, 15 Agustus 2008

Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan



Prof. Dr. Ir. H. Chafid Fandeli

Ketua

LAPORAN HASIL OBSERVASI DAN INTERVIEW

Hari, Tanggal : Selasa, 05 Juli 2011
 Waktu : 10.00
 Tempat : P2PL Dinas kesehatan pemerintah kota Yogyakarta.
 Kegiatan : wawancara variabel kesehatan
 Narasumber : Ibu Uswatun Hasanah

No.	Hasil	Tindak Lanjut
	<p> Bim ada jejaring puskesmas - rumah sakit dengan dinas kesehatan kota. Belum ada feedback dari rumah sakit untuk melaporkan jumlah kematian disebabkan ISPA. Ciri pneumonia: - tarikan nafas cepat - Pernafasan dinding ke dalam Data pneumonia (bagian dari ISPA) input data adalah ISPA secara keseluruhan. (Total pneumonia, batuk bukan pneumonia) < 5th, pneumonia dan batuk pneumonia > 5th. </p>	

Mengetahui,
Narasumber



Uswatun H